

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE
EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA,
TRICHOPTERA Y COLEOPTERA (INSECTA) EN
UNA QUEBRADA DE PRIMER ORDEN, BOSQUE
MONTANO, JUNÍN, PERÚ**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y
Pesquería**

AUTOR

Janet Isabel Sajamí Reymundo

Lima – Perú

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE
EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA, TRICHOPTERA Y
COLEOPTERA (INSECTA) EN UNA QUEBRADA DE PRIMER
ORDEN, BOSQUE MONTANO, JUNÍN, PERÚ**

**Tesis para Optar el Título Profesional de Bióloga con mención
en Hidrobiología y Pesquería**

Bachiller Janet Isabel Sajamí Reymundo
Asesora Dra. Ana Asunción Huamantínco Araujo

Lima-Perú

2015

A Dios, quien me dió fortaleza en momentos de debilidad, paciencia y perseverancia para llegar a la meta.

A mi amado esposo Luis por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A mi tierna madre Belinda por su amor, paciencia y consejos incansables.

AGRADECIMIENTOS

Es muy complicado resumir en unas cuantas líneas el apoyo recibido de tantas personas, pues a lo largo de este estudio contribuyeron ya sea de forma directa o indirecta en el desarrollo de esta tesis la cual me enorgullece presentar. Sin embargo esto no hubiese sido posible si no hubiera tenido la protección ni la fuerza de Dios para no rendirme en este arduo camino a quien debo todo y agradezco infinitamente haberme mostrado parte de su creación.

Quiero agradecer inmensamente a mi amado esposo Luis, por el amor, comprensión, apoyo incansable y desmesurado; el compañero ideal que hizo que este trabajo sea más llevadero.

A mi madre Belinda y a mi padre Fernando, por haberme educado y darme las herramientas necesarias para mi superación y ser mi fuente de admiración y amor.

A mi hermano Jhonatan quien siempre me incentivó y fomentó las ganas de concretizar este estudio y en muchas ocasiones interrumpió su sueño para ayudarme a cargar mis muestras traídas a Lima.

A mi asesora de tesis la Dra. Ana Huamantínco, por haberme formado e involucrado desde mis inicios en este maravilloso mundo de los insectos acuáticos, pues me acogió en su laboratorio y brindó conocimientos con una paciencia inexplicable y gratificante.

A la ONG APRODES (Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible), Ing. Carlos Reynel e Ing. Erika Monzon por haber permitido la realización de esta tesis en la Concesión para la Conservación (CC) del Bosque Puyu Sacha; al

Sr. Renato Gambarina por las facilidades brindadas a mi llegada a San Ramón, al Sr. Alejandro Reyna por el traslado al bosque Puyu Sacha y al Sr. Jorge Tovar por la guía y entusiasmo durante el monitoreo en la quebrada Pichita.

A mi querida amiga la Bach. Agata Huanachin, por su disposición y paciencia en apoyarme con la bibliografía y otros encargos hechos durante mis viajes.

A mi amigo el Bach. Carlos Gutiérrez, por su apoyo desinteresado durante el monitoreo realizado en el mes de Julio del 2013 debido a mi salud.

A mis amigos el Bach. Luis Aguirre y Bach. Rossana Cabanillas por los consejos y apoyo bibliográfico y estadístico durante el procesamiento de la información.

A todos aquellos que contribuyeron en la realización de esta tesis, por su paciencia y comprensión pues estoy segura que fueron piezas fundamentales para llevar a fin este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Ríos y/o quebradas de referencia y su importancia	3
2.2 Comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera	4
2.3 Distribución en el espacio y tiempo	10
3. HIPÓTESIS	15
4. OBJETIVOS	15
5. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1 Área de estudio	16
5.2 Diseño de estudio	21
5.3 Descripción de los microhábitats de la Quebrada Pichita	23
5.4 Período de muestreo	25
5.5 Caracterización ambiental	25
5.5.1 Protocolo “RCE”: <i>Riparian, Channel and Environment</i>	25
5.5.2 Protocolo de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA)	26
5.5.3 Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	26
5.5.4 Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera Andina (QBR-And)	26
5.6 Caracterización fisicoquímica del agua	27
5.7 Colecta biológica	28
5.8 Análisis de datos	28
5.8.1 Riqueza específica (S)	28
5.8.2 Abundancia de individuos (N)	29
5.8.3 Estructura comunitaria	29
5.8.3.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')	30
5.8.3.2 Índice de Equidad de Pielou (J')	30
5.8.4 Análisis multivariados	31

5.9 Relación entre variables bióticas y abióticas	31
6. RESULTADOS	32
6.1 Protocolos o índices de calidad acuática	32
6.1.1 Protocolo “RCE”: <i>Riparian, Channel and Environment</i>	32
6.1.2 Protocolo de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA)	32
6.1.3 Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	32
6.1.4 Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera Andina (QBR-And)	33
6.2 Caracterización ambiental	33
6.2.1 Medidas hidrológicas	33
6.2.2 Caracterización fisicoquímica	33
6.3 Composición espacial y temporal de los órdenes de EPTC	35
6.4 Riqueza específica en la Quebrada Pichita	53
6.5 Abundancia de individuos en la Quebrada Pichita	57
6.6 Estructura comunitaria	60
6.6.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2)	60
6.6.2 Índice de Equidad de Pielou (J')	63
6.7 Análisis multivariado	66
6.8 Relación entre variables bióticas y abióticas	67
7. DISCUSIÓN	68
8. CONCLUSIONES	80
9. RECOMENDACIONES	82
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
11. ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Periodo de muestreo en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).	25
Tabla 2. Puntajes de clasificación del inventario RCE.	25
Tabla 3. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And.	27
Tabla 4. Medidas hidrológicas durante los meses de estudio en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	33
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos durante los meses de estudio en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	34
Tabla 6. Composición de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	36
Tabla 7. Composición de Familias de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	52
Tabla 8. Riqueza de especies a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	53
Tabla 9. Riqueza de especies a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	54
Tabla 10. Abundancia promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	57
Tabla 11. Abundancia promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	57

Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2) promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

60

Tabla 13. Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2) promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

60

Tabla 14. Equidad de Pielou (J') promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014. 63

Tabla 15. Equidad de Pielou (J') promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Red Hidrográfica del Bosque Puyu Sacha (APRODES).	20
Figura 2. Qda. Pichita, Bosque Puyu Sacha, Chanchamayo, Perú.	22
Figura 3. Microhábitats presentes en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).	24
Figura 4. Registro climatológico histórico en la ciudad de San Ramón, valle de Chanchamayo-Perú. (Reynel & León, 1989).	35
Figura 5. Abundancia Relativa (%) según microhábitat del total de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	38
Figura 6. Porcentaje de la abundancia total según microhábitat de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	39
Figura 7. Distribución temporal total de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	40
Figura 8. Distribución espacial de Ephemeroptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	41
Figura 9. Distribución temporal de Ephemeroptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	42
Figura 10. Orden: Ephemeroptera: A. <i>Baetodes</i> , B. <i>Mayobaetis</i> C. <i>Haplohyphes</i> y D. <i>Thraulodes</i> .	43
Figura 11. Distribución espacial de Plecoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	

Figura 12. Distribución temporal de Plecoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

45

Figura 13. Orden Plecoptera: *Anacroneuria*. 45

Figura 14. Distribución espacial de Trichoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

46

Figura 15. Distribución temporal de Trichoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014. 47

Figura 16. Orden Trichoptera: **A.** *Nectopsyche*, **B.** *Metrichia*, **C.** *Contulma* sp1, **D.** *Contulma* sp2, **E.** *Xiphocentron*, **F.** *Phylloicus*, **G.** *Chimarra*, **H.** *Atopsyche* e **I.** *Helicopsyche*. 48

Figura 17. Distribución espacial de Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

49

Figura 18. Distribución temporal de Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

50

Figura 19. Orden Coleoptera: **A.** *Lampyridae_02*, **B.** *Hydraena*, **C.** *Cyphon*, **D.** *Oxytelus*, **E.** *Anchytarsus*, **F.** *Pheneps*, **G.** *Neoelmis*, **H.** *Onychelmis* e **I.** *Cylloepus*.

51

Figura 20. Riqueza específica por Familias de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Figura 21. Variación de la Riqueza específica a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	55
Figura 22. Variación de la Riqueza específica a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	56
Figura 23. Variación de la Abundancia de individuos a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	58
Figura 24. Variación de la Abundancia de individuos a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	59
Figura 25. Variación de la Diversidad de Shannon-Wiener $H'(\text{Log}2)$ a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	61
Figura 26. Variación de la Diversidad de Shannon-Wiener $H'(\text{Log}2)$ a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	62
Figura 27. Variación de la Equidad de Pielou (J') a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	64
Figura 28. Variación de la Equidad de Pielou (J') a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	65
Figura 29. Análisis no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) por microhábitats (P: piedra, G: grava, M: musgo y H: hoja) y meses (1: Marzo, 2: Mayo, 3: Julio, 4: Setiembre, 5: Noviembre y 6: Enero) en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.	67

RESUMEN

El presente estudio fue realizado con el objetivo de conocer la composición y distribución espacial y temporal de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (EPTC) en una quebrada de primer orden, Chanchamayo, Perú. Se realizaron colectas bimensuales desde marzo del 2013 a enero del 2014 en cuatro microhábitats lóticos: piedra, grava, musgo y hojas retenidas en la corriente. Fueron colectados un total de 7825 individuos agrupados en 51 géneros distribuidas en 27 familias de EPTC. La mayor riqueza y abundancia fue registrada en las hojas retenidas en la corriente y durante los meses de julio y setiembre (menor caudal). Las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia y estructura comunitaria (diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou) determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a nivel espacial y temporal; en tanto que el análisis de similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de escalamiento multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas a nivel espacial pero no a nivel temporal. La variación espacial estuvo explicada por la heterogeneidad del hábitat; y la variación temporal se explicó principalmente por la hidrología del ecosistema. El factor espacial predominó sobre el temporal para determinar la estructura de la comunidad de EPTC. Además el análisis de similitud porcentual (SIMPER) permitió identificar las especies que más influyeron en la estructura comunitaria de EPTC. La quebrada Pichita fue calificada como de referencia por el "Riparian, Chanel and Enviromental Inventory" (RCE) y el Protocolo de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA).

Palabras clave: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, distribución espacio-temporal.

ABSTRACT

The present study was carried out with the purpose of determining the composition and the spatio-temporal distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera and Coleoptera community of a first order of a stream, Chanchamayo, Perú. Sampling was done bimonthly from march 2013 to january 2014 in four lotic microhabitats: stones, gravel, moss and leaf litter from rifles. 7825 individuals were collected and grouped in 51 genus distributed in 27 families of EPTC. The highest richness and abundance was found in leaf litter from rifles and during the months of july and september (lower flow). The non-parametric statistical test of Kruskal-Wallis for the richness, abundance and the community structure (Shannon-Wiener's diversity and Pielou's equitability) determined significant differences ($p < 0.05$) at the spatial and temporal level; while the similarity analysis (ANOSIM) and clustering using the non-parametric method multidimensional scaling (nMDS) found significant differences spatially but not temporally. The spatial variation was explained by habitat heterogeneity; and temporal variation was mainly explained by the hydrology of the ecosystem. Spatial temporal factor prevailed on to determine the community structure of EPTC. The analysis of similarity percentage (SIMPER) identified the species that more influenced the community structure of EPTC. The stream flow Pichita was described as reference site by the Riparian, Chanel and Enviromental Inventory (RCE) and the Protocol for Evaluation of the Ecological Status of Andean Rivers (CERA).

Key words: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, spatio-temporal distribution.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe el creciente interés por preservar los ecosistemas acuáticos sin embargo a pesar de ello, éstos siguen siendo sometidos a constantes presiones de degradación y/o contaminación (Acosta *et al.*, 2009); y los países de Sudamérica no son ajenos a estas presiones, sino que estas perturbaciones se han intensificado a lo largo del tiempo, dañando en muchos casos de manera irreversible dichos ecosistemas; lo cual se ha visto agravado por la permisibilidad de la legislación existente y la escasez de herramientas de evaluación de la calidad del agua (Villamarín, 2008). Así mismo, esta problemática ambiental conlleva a la consecuente pérdida de biodiversidad la cual es prácticamente desconocida en muchas zonas tropicales (Acosta *et al.*, 2009), sobre todo lo que respecta a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en zonas de alta montaña.

A su vez, el conocimiento de la actividad biológica de los macroinvertebrados acuáticos permite entender la dinámica del sistema en el que habitan, razón por la cual en la región Neotropical, algunos estudios han sido realizados con el fin de evaluar los factores que determinan la distribución espacial y temporal de las comunidades de invertebrados acuáticos (Oliveira *et al.*, 1997; Jacobsen & Encalada, 1998; Kikuchi & Uieda, 1998; Huamantínco & Nessimian, 2000), sumando a esto el interés de su utilización en el biomonitoreo; debido a que varios de ellos son sensibles a las perturbaciones ambientales (Rosenberg & Resh, 1993). Destacan los insectos acuáticos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), los mismos que son usualmente abundantes y altamente diversos, constituyendo una gran fuente de información del ambiente (Crisci-Bispo *et al.*, 2007). Así mismo, Coleoptera son importantes en la evaluación y monitoreo ambiental para la calidad del agua (García-Criado & Fernández-Alaez, 1995, 2001; Fossati *et al.*, 2001; Von Ellenrieder, 2007).

Sin embargo se conoce que es escasa la información publicada respecto a su dinámica en cabeceras y nacimientos de ríos (Castellanos & Serrato, 2008).

Por ello, antes de su utilización como indicadores acuáticos es necesario conocer y entender su comportamiento en el espacio y tiempo (e.g. Figueroa *et al.*, 2003; Pereira & De Luca, 2003; Ozcoz *et al.*, 2006); sobre todo en quebradas de alta montaña en estados prístinos.

En tal sentido, esta tesis pretende contribuir con el conocimiento de la diversidad de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la quebrada Pichita, quebrada de primer orden¹, de un bosque Montano (Chanchamayo-Perú), siendo este trabajo de investigación el primer estudio sobre la ecología de cuatro órdenes importantes de insectos acuáticos en la Región Yunga de la Selva Central del Perú, en el cual se evaluará su distribución espacial en diferentes microhábitats (piedra o roca, grava, musgo adherido a rocas y hoja retenida en la corriente) y su variación a nivel temporal a través de seis campañas de monitoreo; así como su relación con las variables fisicoquímicas.

¹ Orden de un río: El orden de un río es la medida de su tamaño relativo, basándose en la jerarquía de sus afluentes, donde el tamaño de un río va desde el más pequeño (1^{er} orden) sin afluentes hasta otro de mayor tamaño con muchos afluentes (Strahler, 1957).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Ríos y/o quebradas de referencia y su importancia

Los ríos y/o quebradas de referencia son áreas caracterizadas por su estado inalterable y por poseer una alta riqueza, aunque en tal sentido Acosta *et al.* (2009) señalan que “La Directiva Marco del Agua, indica que las condiciones de referencia deben asignarse según los diferentes tipos de cuerpos de agua y no necesariamente representan condiciones prístinas y totalmente inalteradas, sino que cierta presión humana puede presentarse mientras no existan efectos ecológicos o éstos sean mínimos (Wallin *et al.*, 2003)” por ello la clasificación de estos es muy importante ya que de eso dependerá el conocimiento de un ecosistema no afectado o muy poco impactado y uno muy perturbado. Así mismo para poder clasificar a un río o quebrada como de referencia es importante separar los factores naturales de los de origen humano, basándose en factores ajenos a la intervención antropogénica como la información biogeográfica, topográfica, climática, hidrológica, etc. (Barbour *et al.*, 1996). Esta información podría definir un área de referencia, la cual se caracteriza por tener una extensa vegetación ribereña natural, gran diversidad de substratos y un cauce naturalmente definido de acuerdo a las variaciones en el caudal. La información obtenida de un área de referencia también resulta útil cuando se quiere comparar con otras áreas similares a las que se quiere evaluar su integridad (Hughes, 1995; Segnini, 2003).

A la vez, el estudio de una quebrada de primer orden dentro de un área de conservación puede garantizar su estado inalterable y generar valiosa información respecto a la riqueza de macroinvertebrados acuáticos, ya que la información sobre las cabeceras y ríos de primer orden de montañas tropicales es en general escasa (Jacobsen, 2008); pues es ampliamente aceptado que en la región Neotropical hay un mayor conocimiento de los grandes ríos comparado con los pequeños (Covich, 1988).

Además una alta riqueza y diversidad en áreas protegidas enfatiza la importancia de la conservación de un hábitat, y muestra que estas áreas cumplen con su rol de la conservación de la biodiversidad de los insectos acuáticos (Von Ellenrieder, 2007). Siendo que cada vez más sea reconocida la gran importancia económica y ecológica de las zonas de alta montaña (Buytaert *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2011), tanto por ser reservorios hídricos como ecológicos (Meyer *et al.*, 2003; Anderson *et al.*, 2011).

2.2 Comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera

EPHEMEROPTERA

El orden Ephemeroptera es un grupo constituido por 300 géneros y 4000 especies en todo el mundo. En América del Sur, Pescador *et al.* (2001), reconocían 13 familias, con 91 géneros y 375 especies para esta región, mientras que Domínguez *et al.* (2009) señalan que se trataría de 14 familias, con 105 géneros y 452 especies, donde las familias con mayor número de especies son Baetidae y Leptophlebiidae, seguidas por Leptohyphidae.

De acuerdo a Barber-James *et al.* (2008), los ephemeropteros son los insectos más primitivos y antiguos de todos los insectos existentes, presentando características como una articulación alar primitiva, filamentos terminales característicos de los primeros insectos alados, entre otros (McCafferty, 1983; Polegatto, 1998).

Los ciclos biológicos varían según las distintas especies y regiones en las que viven. Hay especies que tienen ciclos muy cortos, que se desarrollan rápidamente durante las cortas estaciones favorables a altas latitudes, mientras que hay otras que son mucho más largas en lugares tropicales, con generaciones no estacionales en los trópicos, con la presencia de adultos volando durante todo el año (Domínguez *et al.*, 2009).

Los efemerópteros reciben este nombre debido a que muchos poseen una vida corta o “efímera”, ya que mientras su estado larvario puede durar varios meses en el agua, su estado adulto sólo dura unas pocas horas, lo suficiente para encontrar una hembra y fecundarla. La cópula en general no lleva mucho tiempo, en algunos casos solo segundos, y luego el macho puede o no retomar al enjambre. Según las características de cada grupo, las hembras pueden proceder casi inmediatamente a oviponer, o puede pasar un tiempo variable hasta la oviposición, desde algunos minutos hasta varios días en las especies ovovivíparas, siendo lo más común una espera entre 12 y 24 horas (Domínguez *et al.*, 2001).

De acuerdo a Salles (2006), las ninfas exhiben una variedad de estrategias alimentarias, pudiendo ser filtradoras, raspadoras, fragmentadoras, colectoras o predadoras (Cummins, 1973). Son un componente importante de la cadena alimenticia como consumidores primarios de algas y perifiton; y, como alimento de consumidores secundarios como peces u otros insectos (Brittain, 1982).

Domínguez *et al.* (2001), menciona que las ninfas de Ephemeroptera viven en diferentes ambientes acuáticos, tanto en aguas corrientes como estancadas; encontrándose en prácticamente todos los microambientes disponibles: bajo rocas, enterrados en los fondos lodosos o arenosos, entre paquetes de hojas, minando en tejidos vegetales vivos o muertos, o en túneles en el fondo de lagos y ríos, inclusive existen especies cuyas ninfas viven como comensales en las branquias de bivalvos. Hay especies que se encuentran en las zonas de poca corriente, y otras que la prefieren fuerte, habiendo desarrollado en algunos casos modificaciones que funcionan como un disco adhesivo.

Los representantes de este orden presentan diferentes respuestas a la degradación ambiental (Buss & Salles, 2007) en virtud a su gran sensibilidad, están entre los

grupos más utilizados en programas de biomonitoriamiento de la calidad del agua (Salles, 2006; Domínguez *et al.*, 2006).

PLECOPTERA

El orden Plecoptera es un grupo relativamente pequeño de insectos. Cerca de 3000 especies han sido descritas en el mundo, distribuido en 16 familias y 286 géneros. En América del Sur existen 6 familias, 47 géneros y aproximadamente 460 especies, de las cuales las familias Gripopterygidae y Perlidae tienen distribución más amplia (Froehlich, 2009).

La emergencia de los adultos tiene lugar casi todo el año y difiere entre las especies, dependiendo de la temperatura del agua, altitud y latitud. Los machos preceden a las hembras en la emergencia, la cópula tiene lugar en la vegetación o en las piedras cerca del agua. Los machos atraen o se comunican con las hembras golpeando el abdomen contra una superficie dura, denominándose a este proceso tamborileo o "drumming". Este tamborileo puede inducir un comportamiento similar en las hembras para conducir a la cópula, las hembras que no responden a esto, rehusan copular. En algunas especies no se ha observado cortejo previo y se cree que los colores vivos de su cuerpo sirven de atracción para el otro sexo (Domínguez *et al.*, 2001). Se caracterizan por presentar sus estadios inmaduros (ninfas) totalmente acuáticos, y el desarrollo de las ninfas comprende desde tres meses hasta varios años dependiendo de las especies, sexo y condiciones ambientales (Romero, 2001).

Respecto a su alimentación, la dieta de las larvas es variada pudiendo ser: herbívoras, detritívoras o carnívoras, alimentándose de plantas acuáticas, algas, detritus o de otros insectos y pequeños animales (Albariño & Balseiro, 1998).

Los plecopteros se encuentran generalmente en aguas rápidas, turbulentas, frías y altamente oxigenadas, es por esta razón que son considerados excelentes bioindicadores de calidad de agua (Romero, 2001).

TRICHOPTERA

El orden Trichoptera representa a uno de los más diversos y abundantes grupos de los insectos acuáticos, encontrados en casi todos los ecosistemas lenticos y lóticos (Holzenthall *et al.*, 2007). A nivel mundial se han descrito 13500 especies aproximadamente y 2530 en la región Neotropical (Morse, 2011).

Muchos autores han destacado la impresionante diversidad ecológica de este orden, la cual se atribuye en gran parte a su habilidad de construcción, por lo que también los han denominado “arquitectos subacuáticos” (Mackay & Wiggins, 1979).

Respecto al ciclo de vida, Springer (2010) señala que los trichopteros son insectos que pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto (holométabolos), de los cuales solamente el último es terrestre. Resh y Rosenberg (1984), señalan que la mayoría de los miembros del orden Trichoptera pasan aproximadamente por cinco estadios pudiendo durar de meses a años según la especie y las condiciones ambientales. En cuanto a los ecosistemas tropicales, Springer (2010) menciona que las poblaciones de Trichoptera tienen varias generaciones en un año (multivoltinos), observándose diferentes etapas larvales al mismo tiempo en un mismo hábitat. A su vez el estadio de pupa se desarrolla en un refugio fijado fuertemente a un sustrato bajo el agua durante dos semanas. Ya en la etapa adulta los Trichoptera presentan una vida corta cuya cópula se da sobre el sustrato.

En cuanto a su alimentación, se pueden encontrar entre las larvas de Trichoptera todos los diferentes tipos de alimentación: raspadores, colectores, filtradores,

fragmentadores o cortadores, predadores y perforadores (Cummins & Klug, 1979). Hay varios géneros que son raspadores de perifiton, en especial de las familias Hydroptilidae, Glossosomatidae y Xiphocentronidae; otros se alimentan de materia orgánica en descomposición (ej. hojarasca sumergida), como Calamoceratidae, Lepidostomatidae y Leptoceridae. Entre las especies más abundantes en los ríos están las filtradoras de materia orgánica fina en suspensión, especialmente de la familia Hydropsychidae, las cuales construyen redes finas en la corriente para filtrar el agua. Finalmente, hay varios tricópteros depredadores de otros organismos acuáticos, como las larvas de Hydrobiosidae y polycentropodidae. Es importante mencionar que algunos tricópteros filtradores son también depredadores de larvas en deriva que caen en sus redes (Benke & Wallace, 1980). Por otro lado, los adultos únicamente consumen líquidos, como néctar, debido a que carecen de mandíbulas (Springer, 2010).

Debido a su gran diversidad y el hecho que las larvas poseen distintos rangos de tolerancia, son muy útiles como bioindicadores de la calidad de agua y la salud del ecosistema. La gran mayoría de las especies son sensibles a la contaminación del agua y a la alteración de su hábitat, incluyendo las zonas de las riberas. Por lo tanto, es uno de los tres órdenes incluidos en el índice "EPT" (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), que son considerados como los de mayor sensibilidad, entre todos los macroinvertebrados acuáticos (Springer, 2010).

COLEOPTERA

Los miembros del orden Coleoptera son los organismos más abundantes dentro de la clase Insecta, debido a que incluye más de 350 000 especies agrupados en 170 familias en 4 subórdenes (Lawrence & Newton, 1995; Beutel & Leschen, 2005). De estas, se señalan unas 30 familias con representantes acuáticos para la Región Neotropical. Aunque a pesar de que exista una mayor cantidad de Coleoptera

terrestres se resalta más de 1000 especies que presentan al menos algún estadio de su desarrollo en el medio acuático (Archangelsky *et al.*, 2009).

Su ciclo de vida puede durar de meses a años. Los huevos son depositados por la hembra sobre el agua, vegetación acuática, troncos en descomposición, en rocas o grava (Roldan, 1996). Algunos miembros de la familia Elmidae colocan sus huevos individualmente o en pequeños grupos a los lados o debajo de piedras sumergidas, maderas o tallos de plantas, donde el periodo larval puede durar de meses a años; una vez adultos estos pueden volar al agua y perder su capacidad de vuelo o algunos suelen pasar el resto de su vida útil en el medio terrestre (Brown, 1987).

Entre los coleópteros se identifican numerosas adaptaciones al medio acuático, lo que permite asegurar la sobrevivencia y reproducción de los mismos. Esas adaptaciones varían con las condiciones impuestas por el ambiente pudiendo ser: fisiológicas, morfológicas o comportamentales. Las principales características adaptativas de los coleópteros acuáticos están relacionadas a la respiración. Las larvas de muchas familias respiran a través de branquias traqueales, obteniendo el oxígeno del parénquima de las plantas por medio de perforaciones (Benetti & Fiorentin, 2003); mientras que los adultos de algunas familias que habitan en áreas de corriente realizan la respiración por medio del plastrón², donde en estos organismos las piernas y diversas partes del cuerpo están cubiertos por una densa capa de cerdas hidrofóbicas que mantiene una fina capa de aire adherido al cuerpo cuando estos entran al agua (Brown, 1987).

Respecto a la forma de alimentarse de los Coleoptera Archangelsky *et al.* (2009), señalan que estos organismos exhiben diferentes tipos de alimentación encontrándose en muchas familias de Dytiscidae, Noteridae y Gyrinidae predadores tanto en el estadio adulto como larval; a su vez en la familia Hydrophiloidea se registró adultos alimentándose de material vegetal o detritus mientras que las larvas resultaron ser

predadoras; en tanto que en otras familias se ha observado a larvas y adultos alimentándose de algas y detritus.

² Plastrón: Estructura respiratoria presente en algunos insectos acuáticos, especialmente en Coleoptera. Funciona como una agalla y está formado por pelos hidrófugos que les permite retener el aire de manera permanente, permitiéndoles permanecer sumergidos en el agua indefinidamente (Domínguez & Fernández, 2009).

Los coleópteros acuáticos son encontrados en una amplia variedad de ambientes acuáticos (Spangler, 1981; White & Bringham, 1996). Son ricos y diversos en ambientes lénticos principalmente en la región litoral y asociados a la vegetación acuática en tanto que en los sistemas lóticos se encuentran familias que están asociadas a aguas bien oxigenadas (Brown, 1987; Archangelsky *et al.*, 2009).

La importancia de otras especies radica en su utilidad como bioindicadores de calidad de aguas; si bien grupos como los efemerópteros, tricópteros y plecópteros suelen ser más utilizados, los coleópteros están ganando reconocimiento para evaluar ambientes acuáticos (Bournaud *et al.*, 1992; Ribera & Foster, 1992; Bowles *et al.*, 2003; Miserendino & Archangelsky, 2006).

2.3 Distribución en el espacio y tiempo

Para una mejor comprensión sobre la dinámica de una determinada comunidad biológica es indispensable conocer como es su comportamiento tanto en el medio que se desarrollan (espacio) así como a lo largo del tiempo, lo cual nos permitirá reconocer e identificar los factores que rigen dichos comportamientos dentro de la comunidad en un espacio y periodo determinado, siendo necesarios estudios basados en su distribución tanto espacial y temporal.

Distribución espacial

Allan y Castillo (2007), señalan que las necesidades de hábitat de una especie se identifican a partir de un conjunto de variables ambientales que mejor se correlacionan con su distribución y abundancia. Aunque otros factores también influyen en la composición y diversidad de las comunidades biológicas, como las interacciones entre las especies y la riqueza de taxones, donde el medio ambiente abiótico ofrece un punto de partida importante en las investigaciones de la distribución y abundancia de las especies. Debido a que la flora y la fauna de los ecosistemas fluviales están tan

íntimamente asociados con el sustrato, una gran cantidad de investigación se ha dirigido a desentrañar cómo el sustrato actuando como hábitat influye en los ensamblajes biológicos.

En tal sentido, el sustrato es una variable compleja del entorno físico que forma parte del lecho del río, incluyendo los guijarros y cantos rodados de un arroyo de montaña, y el barro y arenas de ríos de partes bajas. Además, existen muchos tipos de sustratos orgánicos como fragmentos orgánicos diminutos hasta árboles caídos de gran tamaño, junto con las raíces de las plantas, algas filamentosas, incluso otros animales. En esencia, el sustrato incluye todo en la parte inferior, a los lados y lo que sobresale en la corriente, sin excluir una variedad de artefactos humanos y residuos, en el que residen los organismos (Minshall, 1984). Hay casos en que el sustrato es relativamente uniforme, como en los fondos arenosos de los ríos de bajo gradiente, pero por lo general es muy heterogéneo.

Es decir, el sustrato de aguas corrientes difiere enormemente de un lugar a otro, y es importante para las algas, algunos vertebrados y muchos insectos que habitan sobre su superficie. Al respecto Allan y Castillo (2007) señalan dos tipos de sustratos: inorgánicos y orgánicos.

Sustrato Inorgánico

Constituye a los cauces de grava, cantos rodados y rocas que se presentan en un gran número de áreas de todo el mundo, los mismos que alberga una fauna diversa de taxa.

Así mismo, la abundancia de invertebrados acuáticos en general, aumenta con el tamaño del sustrato, ya que las piedras más grandes son más estables que las más pequeñas (Death, 2000). Donde la estabilidad del sustrato depende de la magnitud y la frecuencia de eventos hidrológicos y del tamaño de partícula, así como la textura y

la disponibilidad de las grietas también pueden influir en la idoneidad de una partícula como hábitat.

Los fondos rocosos ubicados en zonas de alta corriente serían sustratos que ofrecen mayor cantidad de oxígeno disuelto, además de ser un sustrato estable, crea espacios intersticiales donde los individuos podrían establecerse y protegerse (e.g. Culp & Davies, 1985; Sarriquet *et al.*, 2007).

Sustrato Orgánico

Incluye algas, musgo, macrófitos, hojas muertas, y madera; los cuales varían mucho en tamaño, las condiciones en que se producen (profundidad, corriente) y en su persistencia temporal.

Las hojas muertas, hongos y bacterias son una fuente importante de energía, sobre todo en los arroyos de bosque. Así agregaciones de hojas en el lecho del río proporcionan alimento y hábitat que por lo general apoyan una gran abundancia y diversidad de invertebrados (Mackay & Kalff, 1969). Donde la entrada de materia orgánica alóctona en forma de hojarasca constituye la principal fuente de energía y nutrientes en los ríos de cabecera (Siccama *et al.*, 1970; Anderson & Sedell, 1979; Wallace *et al.*, 1997; Graça, 2001).

Por otro lado, las plantas superiores y la madera sumergida son consumidas por sólo unos pocos especialistas, y soportan altas abundancias animales debido a que estos sustratos orgánicos grandes sirven para capturar los productos alimenticios transportados en la columna de agua, como sitios donde se acumula el material detrítico fino, y como superficies para el crecimiento de algas y biofilm. La presencia de la madera en los arroyos también aumenta sustancialmente la complejidad del hábitat actuando tanto como agente geomorfológico, ya que puede influir en la forma

del canal y la formación de zonas de remansos, y directamente como hábitat (Allan & Castillo, 2007).

Los musgos y algas filamentosas también proporcionan un hábitat, que sirve como refugio y una trampa para sedimentos y materia orgánica, en lugar de una fuente directa de alimentos (Steinman & Boston, 1993; Downes *et al.*, 1998).

De esta forma la distribución de los organismos en diferentes microhábitats, puede reflejar en algún grado la distribución de los recursos bénticos (Rabeni & Minshall, 1977) y proveer información acerca de cómo estos organismos responden a la variabilidad del medio (Ramírez *et al.*, 1998).

Distribución temporal

En los sistemas fluviales la corriente del agua es una característica dominante y variable que influye en diversos aspectos del ambiente (Hart & Finelli, 1999). Afecta a la forma del canal y la composición del sustrato. El flujo influye fuertemente en la estructura física y las fuerzas hidráulicas que operan en los microhábitats bentónicos, ocupados en gran parte por la biota acuática, a su vez es importante para las interacciones ecológicas, tasas de transferencia de energía, y el ciclo del material. La velocidad de la corriente es una fuerza física que afecta a los organismos dentro de la columna de agua, así como en la superficie del sustrato, donde los organismos se ven directamente afectados cuando esté erosionado, agotando sus reservas de energía para mantener la posición; pero también, son indirectamente afectados en la entrega de partículas de alimentos, nutrientes o gases disueltos que influyen en su metabolismo y crecimiento (Allan & Castillo, 2007).

Es decir, las crecidas del caudal se pueden considerar como los eventos que ejercen una mayor perturbación sobre las comunidades bentónicas, además de regular la

dinámica de diversos recursos tróficos, así como la estabilidad y composición del sustrato (Scarsbrook & Townsend, 1993).

Los cambios de caudal en los ríos son fundamentales ya que pueden generar una perturbación que crea nuevos espacios, cambia la disponibilidad de los recursos o su variabilidad temporal (Pickett & White, 1985), y ello generalmente provoca que la biota se organice en parches dentro del río.

Estos cambios en el caudal también han sido mencionados por Valcarcel (2011), Minetti & Poblete (2003) y Oliveira *et al.* (1997); quienes señalan que el principal factor temporal en zonas tropicales esta regulado por las lluvias, lo cual ejerce una influencia directa sobre el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Resh *et al.*, 1988).

Estos cambios originan, junto con la variabilidad del sustrato, la compleja disposición espacial de los macroinvertebrados bentónicos, así como cambios en la deriva y en la disponibilidad de los recursos, como la materia orgánica alóctona (Turcotte & Harper, 1982; Benson & Pearson, 1987).

En tal sentido, la distribución de los insectos acuáticos es resultado de la interacción entre sus hábitos, las condiciones físicas que caracterizan el hábitat (por ejemplo: sustrato, corriente y turbulencia) y la disponibilidad del alimento (Wallace & Anderson, 1996; Minshall, 1984).

3. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (Ho): No existe variabilidad en la distribución espacial y temporal de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la quebrada Pichita, Junín, Perú.

Hipótesis de Investigación (Hi): Existe variabilidad en la distribución espacial y temporal de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la quebrada Pichita, Junín, Perú.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la diversidad, distribución espacio-temporal y relación con factores abióticos de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la quebrada Pichita de un Bosque Montano de la ecorregión Yungas, Junín, Perú.

Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en una quebrada de primer orden en un Bosque Montano del departamento de Junín.
- Determinar la distribución espacial y temporal de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en una quebrada de primer orden en un Bosque Montano del departamento de Junín.
- Relacionar la composición y abundancia de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera con los parámetros fisicoquímicos en una quebrada de primer orden en un Bosque Montano del departamento de Junín.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

Ubicación

El estudio se realizó en la Quebrada Pichita, quebrada permanente de primer orden, ubicada dentro de La Concesión para la Conservación (CC) del Bosque Puyu Sacha, también llamado Pichita, perteneciente al Fundo Vista Alegre de la Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible (APRODES). Se localiza en la Selva central del Perú, en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, Distrito de San Ramón, entre los 1,500 y 3,300 msnm (Reynel, 2012) (Figura 1).

En el año 2005, el Instituto Nacional de Recursos Naturales del Perú (INRENA) concede el Bosque Puyu Sacha a la ONG APRODES bajo la modalidad de Concesión con fines de Conservación. A pesar de que el Bosque Puyu Sacha posee un área pequeña, más de 1700 ha, su importancia radica a que abastece de agua a las poblaciones aledañas ya sea de manera directa o para la agricultura, actividad principal de la zona. A su vez se resalta que forma parte de una red hidrográfica de cabeceras de cuenca, cuya vegetación actúa como captadora natural de la humedad debido a su ubicación en un bosque montano nublado de la selva central del Perú de la cual subsisten las poblaciones aledañas (Reynel, 2012).

Fisiografía

En escala panorámica, la provincia de Chanchamayo tiene un paisaje montañoso y con topografía compleja, originada por contrafuertes de la cordillera oriental andina, con presencia de pendientes marcadas o muy marcadas, frecuentemente de 60 a 100%.

El área de la CC de Puyu Sacha está dominada por fuertes pendientes, con más de dos tercios sobre el 30%, y buena parte de su extensión sobre el 45% de pendiente. Solamente las zonas de acceso histórico hacia el entorno del bosque, situadas hacia su límite Este, tienen un relieve más suave (*Ob. cit.*).

Suelos

“De acuerdo al sistema de clasificación de la FAO (IGN, 1989), en general, los suelos de los espacios Montanos del ámbito de estudio son Litosoles-Cambisoles dísticos y éutricos. Como es sabido, los Litosoles son suelos superficiales cuya profundidad está limitada por masas o estratos de roca dura y coherente a partir de los 10 cm de profundidad. Los Cambisoles son suelos tropicales caracterizados por un horizonte B con conspicua presencia de hierro, y dentro de ellos el subgrupo dístico agrupa a aquellos con porcentaje de saturación de bases menor al 50%; los Cambisoles éutricos tienen similares características pero se diferencian por su porcentaje saturación de bases por encima del 50%” (Reynel, 2012, p. 8).

Hidrología

“El principal colector de la zona, perteneciente a la cuenca del río Amazonas, es el río Perené, que nace con el nombre de río Tulumayo en las alturas de las provincias de Jauja y Concepción del mismo departamento de Junín. El río Tulumayo, al llegar a la ciudad de San Ramón, recibe por la margen izquierda las aguas del río Palca y las del río Ulcumayo, llamado también Oxabamba en su curso inferior. Es en las cabeceras del río Casca, afluente de éste último, que se ubican las montañas que conforman el Bosque Puyu Sacha. La red hidrográfica interior de la CC del Bosque Puyu Sacha está conformada por cuatro quebradas que fluyen de tendencia sur a norte; de éstas, solamente la ubicada en el extremo Este de la concesión tiene agua permanente a lo largo del año (Qda. Pichita); las demás se encuentran usualmente secas, salvo los

períodos de aumento de caudal durante la época de lluvias, entre los meses de Enero-Marzo” (Reynel, 2012, p. 8).

Clasificación ecológica

“En cuanto a la clasificación ecológica basada en Zonas de Vida desarrollados por Holdridge (1978) y a los ajustes realizados por ONERN (1976), los cuales estratifican las áreas naturales sobre la base de parámetros de temperatura, precipitación, altitud y latitud, el Bosque Puyu Sacha pertenece a la zona de vida Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT); y, de acuerdo a la clasificación por Ecorregiones desarrollado por Brack (1986), el ámbito se encuentra en la Ecorregión de Selva alta o Ceja de Selva, situada por encima de los 800 m.s.n.m.” (Reynel, 2012, p. 10-11).

La vegetación característica de la zona corresponde a plantas de la familia Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Myrtaceae; con un mayor número de especies de los géneros: *Ficus*, *Miconia*, *Nectandra* y *Aniba*, y una gran cantidad de helechos de la familia Cyatheaceae. Cabe mencionar la presencia de especies endémicas y raras en la zona (Antón & Reynel, 2004).

Clima

“La climatología de este bosque montano no se halla directamente documentada en el ámbito, y los valores disponibles son extrapolaciones (ONERN, 1976; INRENA, 1995). Esta situación de escasa documentación climatológica directa para las áreas de bosque montano es generalizada en el Perú, y posiblemente tiene relación con la inaccesibilidad a estos ambientes” (Reynel, 2012, p. 8).

Existen pocos registros directos de parámetros climatológicos para el área de estudio, salvo para la temperatura; la precipitación ha sido registrada de modo irregular (SENAMHI). La temperatura media en el área es de 19°C, y la precipitación total anual promedio de 2100 mm, de acuerdo a datos procedentes de la Mina Pichita, colindante

con el Bosque Puyu Sacha. Los datos de las estaciones meteorológicas del SENAMHI en la Base Aérea de San Ramón y Huasahuasi, señalan para el área de estudio la ocurrencia de altas precipitaciones, principalmente entre los meses de octubre a marzo (Reynel, 2012).

De otro lado, de acuerdo al Mapa Ecológico del Perú, y basados en la clasificación por Zonas de Vida (Holdridge, 1978), para las altitudes comprendidas entre 1500-2500 msnm en el valle, que corresponde al área de estudio, la temperatura promedio anual oscilaría entre 15-19°C y la precipitación total anual promedio entre 1500-3000 mm (INRENA, 1995).

Acceso

La CC del Bosque Puyu Sacha se encuentra al Sur del Santuario Nacional de Pampa Hermosa, cuyo acceso se efectúa por carretera afirmada desde San Ramón, en un recorrido de aproximadamente 1 hora y 20 minutos en dirección nor-oeste, para luego realizar una caminata de 30 minutos hasta la quebrada Pichita (Reynel, 2012).

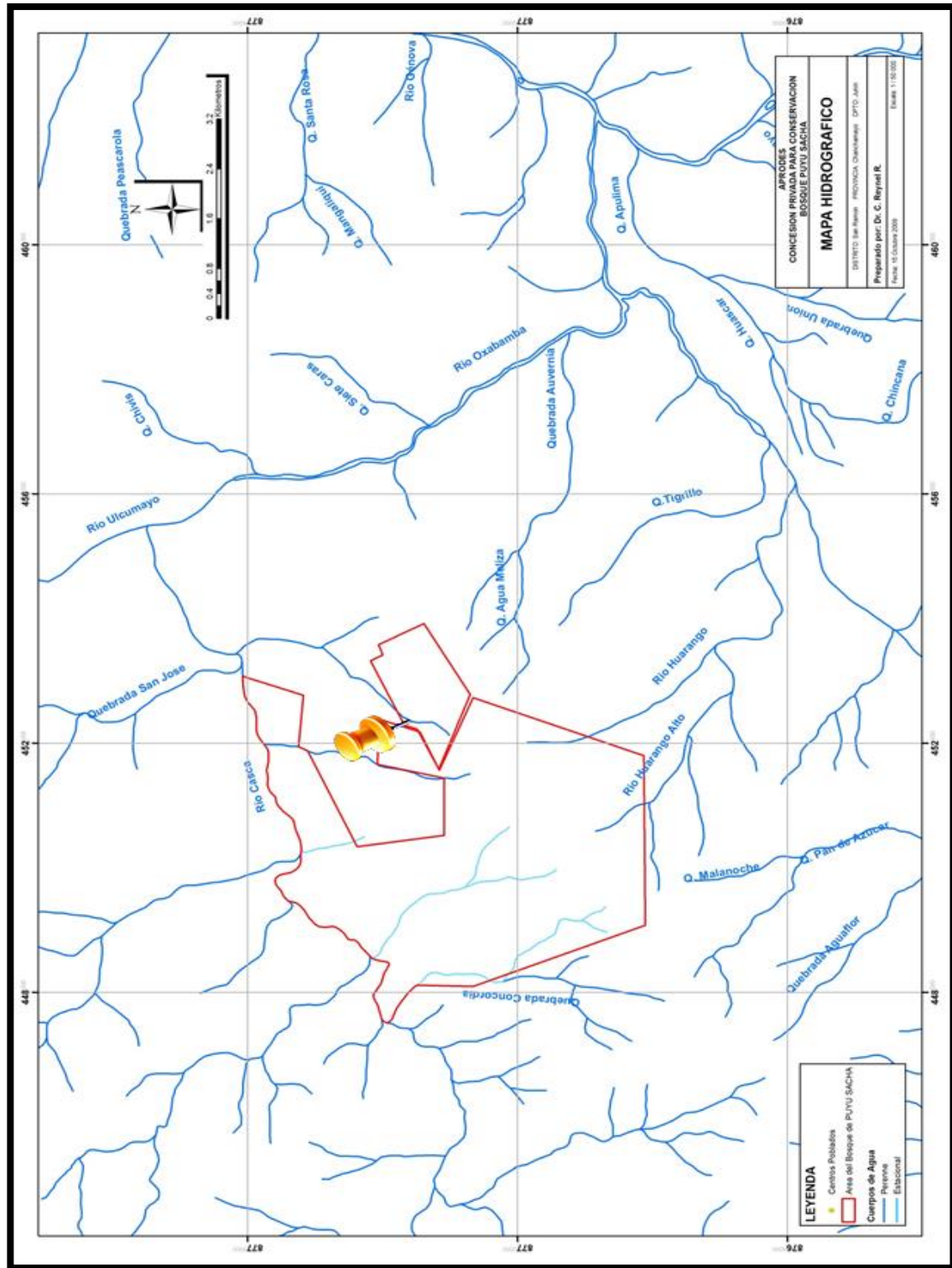


Figura 1. Mapa de la Red Hidrográfica del Bosque Puyu Sacha (APRODES).

5.2 Diseño de estudio

El área de estudio comprendió la quebrada Pichita, la cual podría referirse como prístina o con bajo o nulo nivel de intervención antropogénica, afectado en pequeños sectores por la dinámica de derrumbes característicos en zonas de pendiente marcada (Reynel, 2012); localizada a 8773232 N y 452228 E según el sistema sexagesimal WGS 84 (*World Geodetic System* 1984) Zona 18 L, a una altitud de 2295 m.s.n.m. Ver Figura 2.

Se hicieron seis campañas de colecta desde marzo del 2013 a enero del 2014 donde se exploró un trecho aproximado de 300 m (según Google Earth) caracterizado por presentar zonas de alta pendiente hasta de 80° y con un cauce que no supera los 2 m de ancho a lo largo del tramo recorrido para el monitoreo de la quebrada Pichita, a lo largo del cual se determinaron cuatro substratos o microhábitats principales: piedra o roca en la zona de rápidos, grava, musgo adherido a rocas y hojas retenidas en la corriente (Figura 3).

Además, por cada microhábitat se tomaron 5 réplicas, haciendo un total de 20 muestras por campaña de colecta, a excepción del mes de julio del 2013 donde sólo se obtuvieron 17 muestras debido al poco musgo encontrado durante la época seca; es decir, el número total de muestras al final del estudio fue de 117.

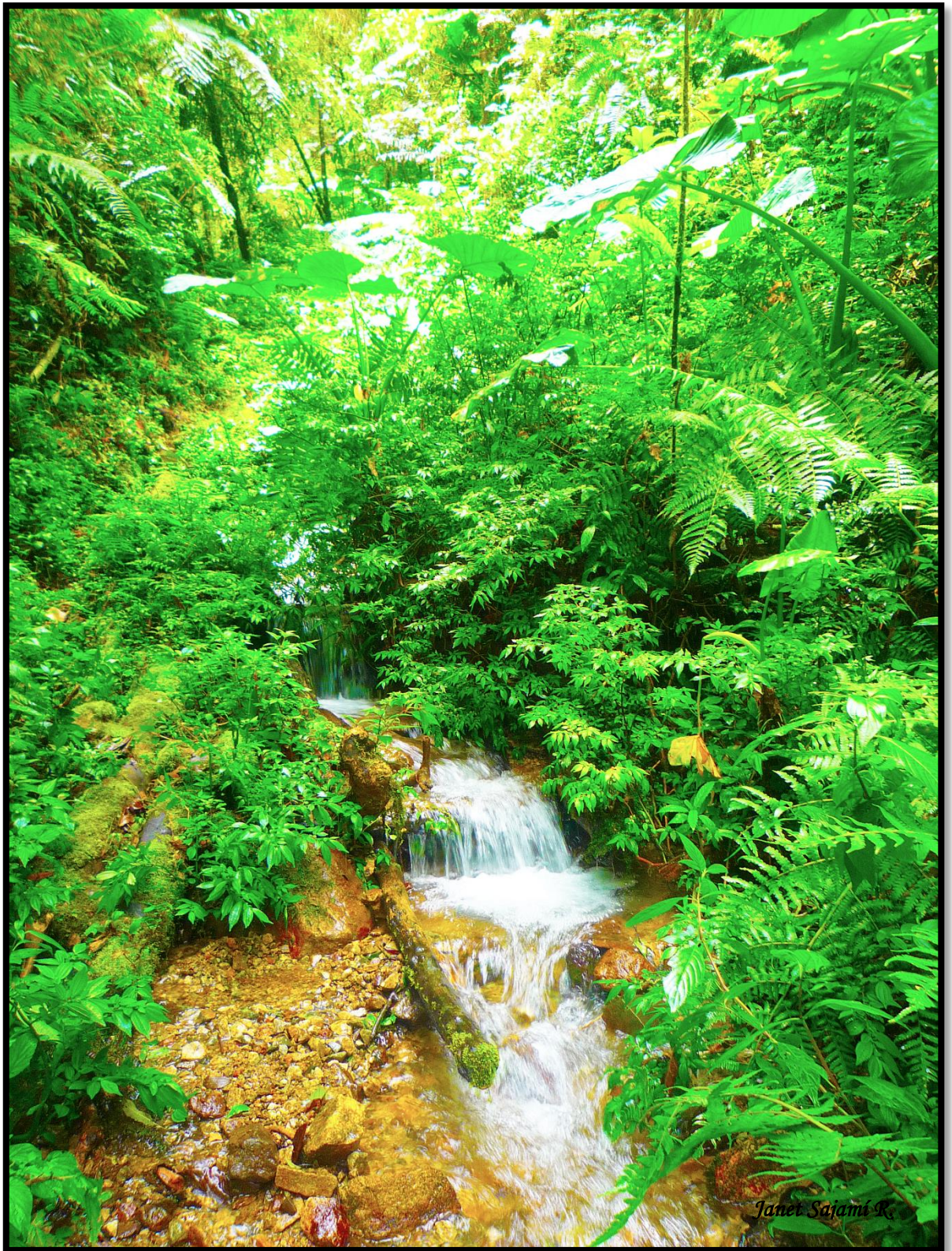


Figura 2. Quebrada Pichita, Bosque Puyu Sacha, Chanchamayo, Perú.

5.3 Descripción de los microhábitats de la quebrada Pichita

Piedra o Roca

El microhábitat referido como piedra o roca presentó un diámetro superior a 256 mm según la clasificación de Wentworth (1922), y fueron consideradas las ubicadas dentro del lecho de la quebrada siendo bañadas constantemente por la corriente de agua (Figura 3A). Por cuestiones didácticas se referirá sólo como “piedra” a lo largo del presente trabajo de investigación.

Grava

La grava observada durante el estudio presenta un diámetro comprendido entre 2-4 mm, según la clasificación de Wentworth (1922). Durante las campañas de colecta este microhábitat se encontró siempre con detritus (materia orgánica en descomposición), en general con restos de madera, debido a la poca profundidad y al arrastre de material alóctono de la parte alta de la quebrada (Figura 3B).

Musgo

Los parches de musgo se registraron a lo largo del cauce de la Quebrada Pichita, y siempre adheridos a rocas, las cuales estuvieron bañadas constantemente por las aguas de la corriente. Sólo en el mes de julio este microhábitat disminuyó habiendo prácticamente desaparecido a lo largo de la quebrada, por lo cual sólo se consideraron dos réplicas de musgo en dicho mes (Figura 3C).

Hoja retenida en la corriente

Este microhábitat se refiere a las hojas que quedan atrapadas entre los troncos y piedras dentro del cauce de la quebrada, y que a su vez se encontró con un avanzado grado de descomposición, asegurando la ocurrencia de insectos acuáticos; además los cúmulos de hojas retenidas por la corriente fueron más abundantes durante la

época seca (Figura 3D). Por cuestiones didácticas se referirá sólo como “hoja” a lo largo del presente trabajo de investigación.



Figura 3. Microhábitats presents en la Quebrada Pichita (Chanchamayo-Perú).

5.4 Periodo de muestreo

Las colectas fueron bimensuales desde marzo de 2013 a enero de 2014, comprendiendo en total seis campañas de colecta (Tabla 1).

Tabla 1. Periodo de muestreo en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).

Campañas de colecta	Fecha
1	13/03/2013
2	15/05/2013
3	24/07/2013
4	07/09/2013
5	11/11/2013
6	17/01/2014

5.5 Caracterización ambiental

5.5.1 Protocolo “RCE”: *Riparian, Channel and environment*

Para conocer el estado de conservación de la quebrada Pichita se utilizó el Inventario de ribera, cauce y ambiente, en inglés “Riparian, Chanel and Enviromental Inventory” (RCE) desarrollado por Petersen (1992) que de acuerdo al puntaje obtenido en sus 16 apartados, clasifica al sitio de estudio dentro de una de sus cinco clases (Tabla 2 y Anexo 1).

Tabla 2. Puntajes de clasificación del inventario RCE.

Clase	Score	Evaluación de Integridad	Acciones Recomendables
I	293-360	Excelente	Biomonitoreamiento y protección del estatus existente.
II	224-292	Muy Bueno	Alteraciones seleccionadas y monitoreamiento.
III	154-223	Bueno	Pequeñas alteraciones necesarias.
IV	86-153	Regular	Grandes alteraciones necesarias.
V	16-85	Pobre	Reorganización estructural completa.

5.5.2 Protocolo de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA)

La evaluación de la condición de referencia de la quebrada Pichita fue realizada mediante el Protocolo CERA (Acosta, *et al.* 2009), el cual se basa en la cuenca, hidrología, tramo y lecho del río. Donde el valor máximo del índice es de 120 y el mínimo de 24. Para que una estación pueda ser considerada como de referencia, debe puntuar más de 100 puntos y obtener como mínimo 20 puntos en cada apartado (Anexo 2).

5.5.3 Índice de hábitat fluvial (IHF)

La calidad del hábitat fue evaluada a partir del índice IHF, donde se ha establecido que los valores del IHF por debajo de 40 indican serias limitaciones de calidad del hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa siendo el óptimo superior a 75 (Pardo *et al.*, 2002) (Anexo 3).

5.5.4 Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And)

Para la evaluación de la vegetación de ribera andina, se utilizó el índice QBR-And, donde se consideran cuatro apartados: el grado de cubierta de la ribera, la estructura de la cubierta, la calidad de la cubierta y el grado de naturalidad del canal fluvial. En este índice se toma en consideración las principales formaciones vegetales andinas y sus tipos de riberas definidas en tres tipos:

Tipo 1: Ribera de tipo rocoso, que no permite el desarrollo de una comunidad vegetal.

Tipo 2: Ribera típica de páramos y punas, conformada por pajonal de gramíneas, en algunos casos con matorrales bajos, almohadillas y turberas de altura (bofedales).

Tipo 3: Ribera conformada por una comunidad arbórea y/o arbustiva muy diversa. Este tipo de ribera es la más frecuente entre los 2000 y 4000 m.s.n.m. y en algunos de los bosques relictos sobre los 4000 m.s.n.m. en los páramos y punas.

La puntuación máxima por apartado es de 25 y el total del QBR-And para una ribera de tipo 3 es de 100. Los rangos de calidad y conservación de las riberas, propuestos para el índice QBR-And se presentan en la Tabla 3 y Anexo 4.

Tabla 3. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And.

Nivel de Calidad	QBR-And	Color Representativo
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena. Estado natural	≥ 96	Azul
Vegetación ligeramente perturbada. Calidad buena	76-95	Verde
Inicio de alteración importante. Calidad intermedia	51-75	Amarillo
Alteración fuerte. Mala calidad	26-50	Naranja
Degradación extrema. Calidad pésima	≤ 25	Rojo

5.6 Caracterización fisicoquímica del agua

Las características físicas y químicas del agua fueron tomadas en las seis campañas de colecta, utilizando los siguientes instrumentos:

Para medir el pH se utilizó un pH-metro PHD-T104 *Automatic Temperature Compensation* ATC, CE *marked European Conformity*; para la medida de conductividad, salinidad, sólidos totales disueltos, temperatura ambiental y temperatura del agua se usó un Conductivímetro EXTECH *Instruments* EC-Sal-TDS, ExStik II, CE *marked European Conformity* y el oxígeno disuelto en el agua fue medido con un Oxímetro HANNA HI 9146, CE *marked European Conformity*.

Mientras que para la obtención de la velocidad de la corriente y el caudal se usó el método del flotador, para lo cual se seleccionó una región del arroyo donde el agua tuviera al menos 6 pulgadas o 0.1524 m de profundidad y que no tenga pozas o áreas de muy bajo movimiento del agua, luego de dejar correr el objeto una distancia recta,

se mide el tiempo en que lo recorre, repitiéndose esto tres veces para calcular un promedio; el ancho de la quebrada (m) y profundidad (m) también fueron medidos tres veces para calcular un promedio, todo esto según la metodología dada por la “U.S. Environmental Protection Agency- USEPA” en el “Volunteer Stream monitoring: a methods manual” (1997).

5.7 Colecta biológica

Los macroinvertebrados bentónicos fueron colectados mediante el uso de una red Surber de 30 x 30 (0.09 m² de área de superficie de muestreo) con una luz de malla de 200 µm siguiendo el protocolo *Monitoring wilderness stream ecosystems* (Davis *et al.*, 2001).

Las muestras colectadas en campo fueron almacenadas en bolsas plásticas, etiquetadas y fijadas con alcohol al 96%; ya en el laboratorio fueron lavadas en una malla de 500 µm para la posterior separación e identificación de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante el uso de un microscopio estereoscópico con un aumento de hasta 40 veces y un microscopio con aumentos de 40x y 60x.

Para la identificación de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera se utilizaron las claves taxonómicas de Merritt *et al.* (2008), Domínguez & Fernández (2009), Manzo (2005), Manzo & Archangelsky (2008), Passos *et al.*, (2007) y Ottoboni *et al.*, (2011).

5.8 Análisis de datos

5.8.1 Riqueza específica (S)

Se calculó la riqueza específica mediante el conteo total de especies identificadas. Para realizar este análisis se utilizó el software Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.2 Abundancia de individuos (N)

La abundancia de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera, se determinó mediante el conteo directo de organismos por cada taxón identificado (Moreno, 2001).

Previo al desarrollo de las pruebas estadísticas, se probaron los supuestos de normalidad (Pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene) para los datos obtenidos de las seis campañas de colecta, observándose que no cumplen con los supuestos de normalidad por lo que todo el análisis estadístico fue hecho en base a pruebas no paramétricas tal y como como sugieren Wantzen & Rueda-Delgado (2009). Para el cual se consideró las cinco réplicas tomadas según microhábitat y por cada campaña de colecta, aplicándose la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para “k” muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los microhábitats y meses de estudio. También se hizo un análisis de “barras de error” que permitió describir gráficamente la variación de las variables tanto a nivel espacial como temporal. Estos análisis se realizaron con el software estadístico SPSS 20.00.

5.8.3 Estructura comunitaria

Se realizó a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y la Equidad de Pielou (J'), considerándose las cinco réplicas según microhábitats y por cada campaña de colecta, aplicándose la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para “k” muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los microhábitats y meses de estudio. También se hizo un análisis de “barras de error” que permitió describir gráficamente la variación de las variables tanto a nivel espacial como temporal, como lo sugieren Wantzen & Rueda-Delgado (2009). Estos análisis se realizaron con el software estadístico SPSS 20.00 y el software Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.3.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

El índice de diversidad de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001). Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

Dónde: H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener

S : Número de especies.

p_i : Abundancia proporcional de la especie "i" (n_i/N)

Para realizar este análisis se utilizó el software Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.3.2 Índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou, mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada, estando su valor comprendido entre 0 y 1 (Moreno, 2001). Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$J' = H' / H'_{\text{máx}}$$

Dónde: J' : Índice de Equidad de Pielou.

H' : Diversidad de Shannon-Wiener observada.

$H'_{\text{máx}}$: Máxima diversidad de Shannon-Wiener esperada.

Para realizar este análisis se utilizó el software Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.4 Análisis multivariados

Para determinar la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) a escala temporal (meses) y espacial (microhábitats) se realizó el análisis de similitud (ANOSIM) para lo cual se creó una matriz de similaridad a partir del índice de Bray-Curtis como medida de similitud (Brower & Zar, 1984). Así mismo, para observar gráficamente la distribución espacial y temporal se aplicó el método no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS). Estos análisis fueron complementados con la comparación de los porcentajes de similitud (SIMPER) para conocer los taxa que más influyen en los patrones comunitarios (Correa *et al.*, 2010). Todos estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico Primer 6. Versión 6.1.6 (Clarke & Gorley, 2005).

5.9 Relación entre variables bióticas y abióticas

Para conocer la relación entre las variables fisicoquímicas y las variables bióticas (riqueza específica, abundancia, diversidad, equidad) se empleó la correlación no paramétrica de Spearman, empleando el software estadístico SPSS 20.00.

6. RESULTADOS

6.1 Protocolos o índices de calidad acuática

Durante las seis campañas de colectas llevadas a cabo, en la quebrada Pichita, desde marzo del 2013 a enero del 2014 se obtuvieron los mismos puntajes de calidad acuática en la quebrada Pichita. Los puntajes obtenidos se muestran a continuación:

6.1.1 Protocolo “RCE”: *Riparian, Channel and Environment*

La evaluación de la integridad ambiental de la quebrada Pichita mediante el inventario de ribera, cauce y ambiente o por sus siglas en ingles RCE (“Riparian, Chanel and Enviromental Inventory”) dio una puntuación de 341, que según el score pertenece a la clase I con una evaluación de la integridad de “Excelente”, considerándose como acción recomendada un biomonitoreo y protección del estatus existente (Tabla 2 y Anexo 1).

6.1.2 Protocolo de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA)

El protocolo CERA (Calidad ecológica de los ríos andinos), dio como resultado la puntuación máxima de 120 para la quebrada Pichita, valorando el sitio como de referencia (Anexo 2).

6.1.3 Índice de hábitat fluvial (IHF)

En cuanto a la evaluación de la calidad del hábitat fluvial (IHF) la quebrada Pichita presentó un valor de 71 puntos, superior a los 40 puntos, lo que indicaría que el hábitat fluvial es apropiado para albergar una comunidad de macroinvertebrados diversa (Anexo 3).

6.1.4 Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And)

El índice QBR-And para una ribera tipo 3 como la quebrada Pichita dio como resultado una puntuación de 100 puntos donde según los rangos de calidad establecidos para este índice se considera “Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena. Estado natural” (Anexo 4).

6.2 Caracterización ambiental

6.2.1 Medidas hidrológicas

Durante el estudio se pudo apreciar cambios en la quebrada Pichita, sobre todo el caudal el cual disminuyó considerablemente entre julio y setiembre del 2013, reduciéndose también el ancho, profundidad y velocidad de la corriente. Mientras que en los meses de marzo, noviembre y enero se observó un incremento del caudal y profundidad producto de las constantes lluvias en la zona. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Medidas hidrológicas durante los meses de estudio en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Parámetros físicos	Mar	May	Jul	Set	Nov	En
Ancho (m)	1.53	1.01	0.58	1.1	1.22	1.27
Profundidad (m)	0.2	0.1	0.04	0.12	0.27	0.32
Velocidad de la corriente (m/s)	0.52	0.66	0.25	0.33	0.83	0.69
Caudal (L/s)	127.3	52.83	4.92	33.56	218.6	224.6

6.2.2 Caracterización fisicoquímica

A lo largo del año de estudio, no se apreciaron diferencias marcadas de los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura ambiental, temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y salinidad). Sin embargo el

oxígeno disuelto presentó su valor más bajo durante el mes de julio (5.64 mg/L) y su mayor valor en enero (7.75 mg/L). La Tabla 5 muestra los parámetros fisicoquímicos obtenidos durante las evaluaciones de campo.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos durante los meses de estudio en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Parámetros Fisicoquímicos	Mar	May	Jul	Set	Nov	En
pH	7.07	7.98	7.88	7.8	7.64	7.45
Temperatura ambiental (°C)	15.9	21.7	15.1	22.8	18.8	16.1
Temperatura del agua (°C)	13.7	13.9	13.6	13.7	14.3	14.7
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.6	7.15	5.64	6.02	6.47	7.75
Conductividad (µS/cm)	92.6	103.9	101	79.8	72.7	65.5
Sólidos Totales (mg/L)	64.8	72.5	70.9	55.8	50.6	44.8
Salinidad (ppm)	45.5	50.7	50.6	40.2	36.2	32.3

Debido a la escasa documentación climatológica para la zona de estudio, los datos meteorológicos históricos para el bosque Puyu Sacha como la temperatura promedio y precipitación pluvial promedio se basaron en el registro propuesto por Reynel y León (1989), donde se observan las máximas precipitaciones promedio en los meses de enero y febrero, disminuyendo notablemente en junio, julio y agosto, para luego ir aumentando la pluviosidad hacia finales de dicho año.

La temperatura promedio parece variar poco a lo largo del año, observándose los valores más bajos en junio y julio y los más altos en noviembre y diciembre del mismo año (Figura 4).

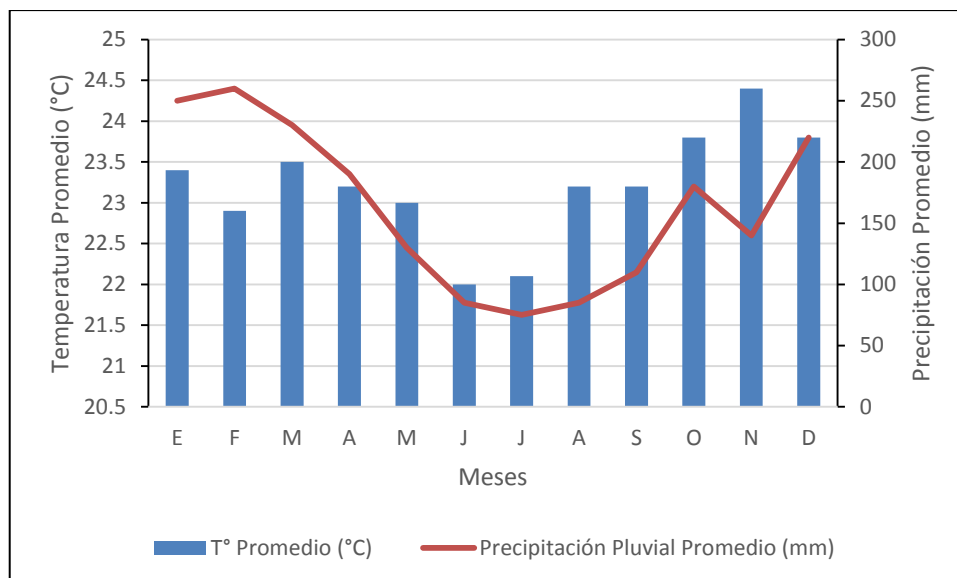


Figura 4. Registro climatológico histórico en la ciudad de San Ramón, valle de Chanchamayo-Perú. (Reynel & León, 1989).

6.3 Composición espacial y temporal de los órdenes de EPTC

Se colectó un total de 7825 individuos agrupados en 27 familias y 51 especies distribuidos en los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera de la quebrada Pichita entre Marzo del 2013 y Enero del 2014.

La mayor riqueza específica fue observada dentro del orden Coleoptera con 28 especies agrupados en 10 familias, siguiéndole el orden Trichoptera con 15 especies distribuidas en 13 familias; mientras que los órdenes Ephemeroptera y Plecoptera tuvieron sólo 7 y 1 especie pertenecientes a 3 y 1 familia respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Composición de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-
Enero 2014.

ORDEN/Familia	Géneros	TOTAL DE INDIVIDUOS
EPHEMEROPTERA		
Leptophlebiidae	<i>Atopophlebia</i> Flowers, 1980	1
	<i>Farrodes</i> Peters, 1971	810
	<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	66
Baetidae	<i>Baetodes</i> Needham & Murphy, 1924	328
	<i>Mayobaetis</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996	298
Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i> Allen, 1966	71
	<i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882	44
PLECOPTERA		
Perlidae	<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	677
TRICHOPTERA		
Atriplectididae	<i>Neoatryptectides</i> Holzenthal, 1997	1
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> Flint, 1969	31
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> Müller, 1880	783
Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> Ulmer, 1906	221
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> Siebold, 1859	287
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> Banks, 1905	45
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> Guérin, 1843	537
	<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	207
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i> Ross, 1938	482
	<i>Neotrichia</i> Morton, 1905	10
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	302
Odontoceridae	<i>Marilia</i> Müller, 1880	93
Philopotamidae	<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	22
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> Ulmer, 1905	4
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i> Brauer, 1870	4
COLEOPTERA		
Elmidae	<i>Austrolimnius</i> Carter & Zeck, 1929	94
	<i>Cylloepus</i> Erichson, 1847	270
	<i>Elmidae_01</i>	22
	<i>Elmidae_02</i>	85
	<i>Heterelmis</i> Sharp, 1882	475
	<i>Hexanchorus</i> Sharp, 1882	2
	<i>Huleechius</i> Brown, 1981	95
	<i>Macrelmis</i> Motschulsky, 1859	8
	<i>Neoelmis</i> Musgrave, 1935	229
	<i>Onychelmis</i> Hinton, 1941	14
	<i>Pseudodisersus</i> Brown, 1981	37
Curculionidae	<i>Curculionidae_01</i>	5
Lampyridae	<i>Lampyridae_01</i>	5
	<i>Lampyridae_02</i>	1
	<i>Lampyridae_03</i>	7
	<i>Lampyridae_04</i>	1

Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	254
Hydraenidae	<i>Hydraena</i> Kugelman, 1794	37
Hydrophilidae	<i>Dactylosternum</i> Wollaston, 1854	12
	<i>Oocyclus</i> Sharp, 1882	23
Psephenidae	<i>Pheneps</i> Darlington, 1936	135
Ptilodactylidae	<i>Anchycteis</i> Horn, 1880	116
	<i>Anchytarsus</i> Guerin, 1848	278
Scirtidae	<i>Cyphon</i> Paykull, 1799	219
Staphilinidae	<i>Ambodina</i> Sharp, 1883	2
	<i>Oxytelus</i> Gravenhorst, 1802	5
	<i>Paracyusa</i> Bernhauer, 1902	5
	<i>Philonthus</i> Stephens, 1829	65
ESPECIES		51
ABUNDANCIA TOTAL		7825

Respecto a la distribución de los insectos en los microhabitats, el mayor porcentaje de abundancia se presentó en el microhábitat de hoja retenida en la corriente presentó el mayor porcentaje de abundancia (2786 individuos, 36%) seguido de grava (2098 individuos, 27%) mientras que los microhábitats de musgo (1557 individuos, 20%) y piedra (1384 individuos, 18%) fueron los menos abundantes (Figura 5).

Así mismo el microhábitat de piedra se caracterizó por presentar un mayor porcentaje de Trichoptera y Ephemeroptera 43% y 32% respectivamente, siendo menos abundantes los plecópteros y coleópteros. En grava se observó una gran proporción de Coleoptera (39%) así como de Trichoptera (25%) y Ephemeroptera (24%). Los microhábitats orgánicos como musgo y hoja retenida en la corriente fueron mayoritariamente ocupados por los miembros de los órdenes Trichoptera y Coleoptera; y en menor proporción los Ephemeroptera y Plecoptera (Figura 6).

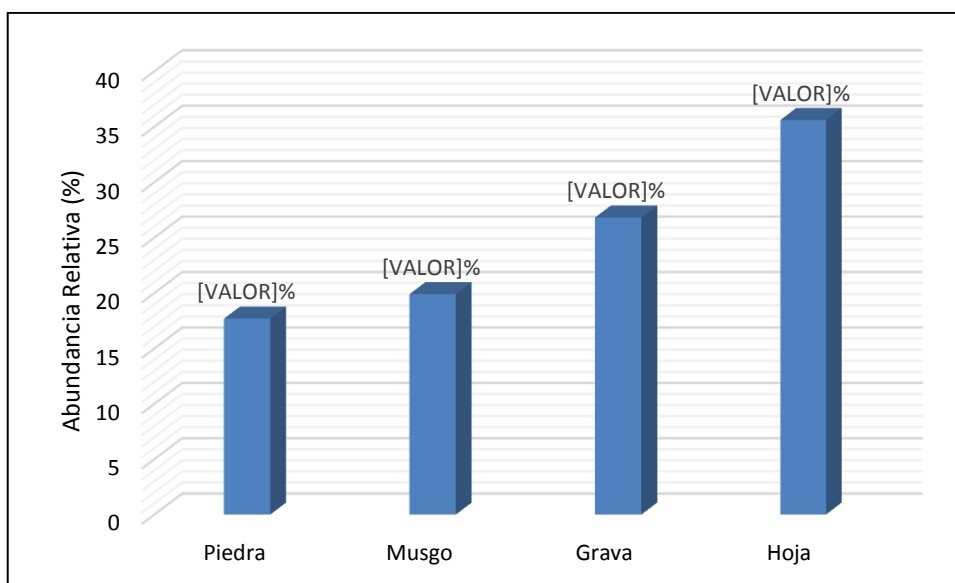


Figura 5. Abundancia Relativa (%) según microhábitat del total de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

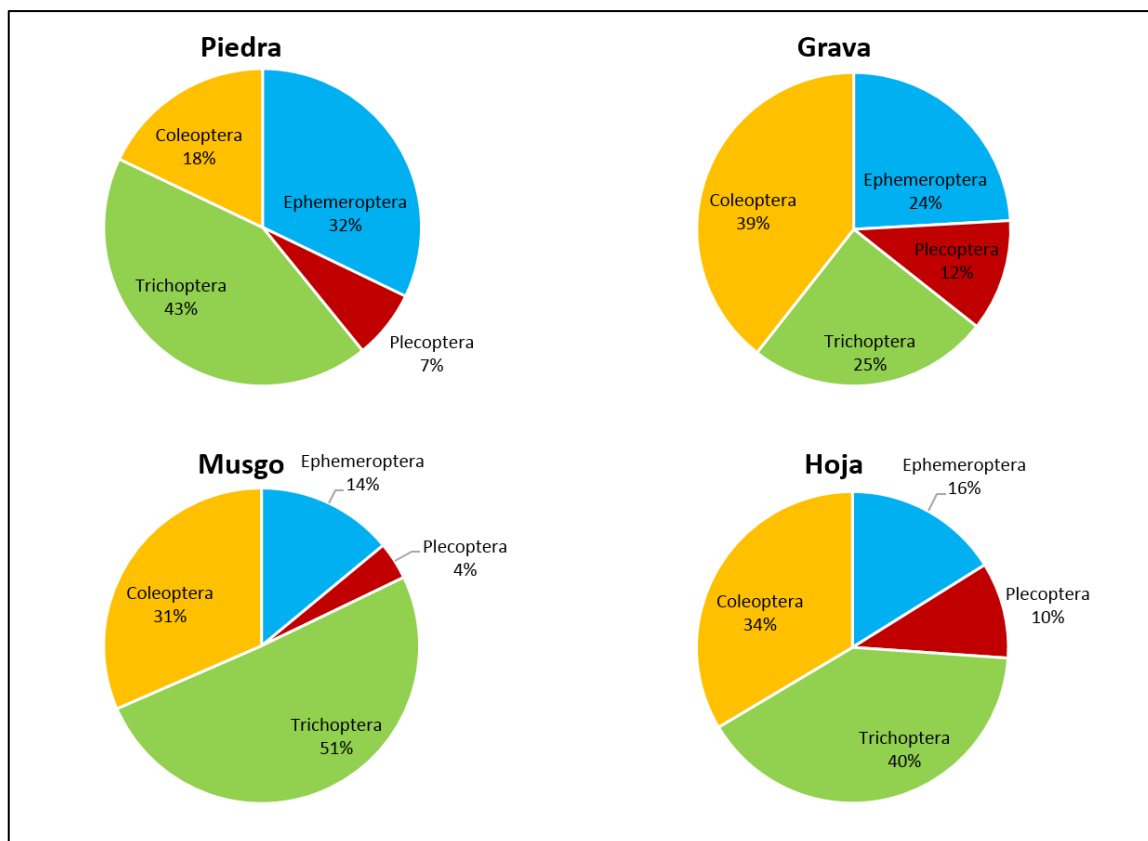


Figura 6. Porcentaje de la abundancia total según microhábitat de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Temporalmente estos órdenes presentaron su pico de abundancia en el mes de setiembre obteniendo un total de 2445 individuos en dicho mes mientras que la menor abundancia fue observada en el mes de enero con sólo 817 individuos en total (Figura 7).

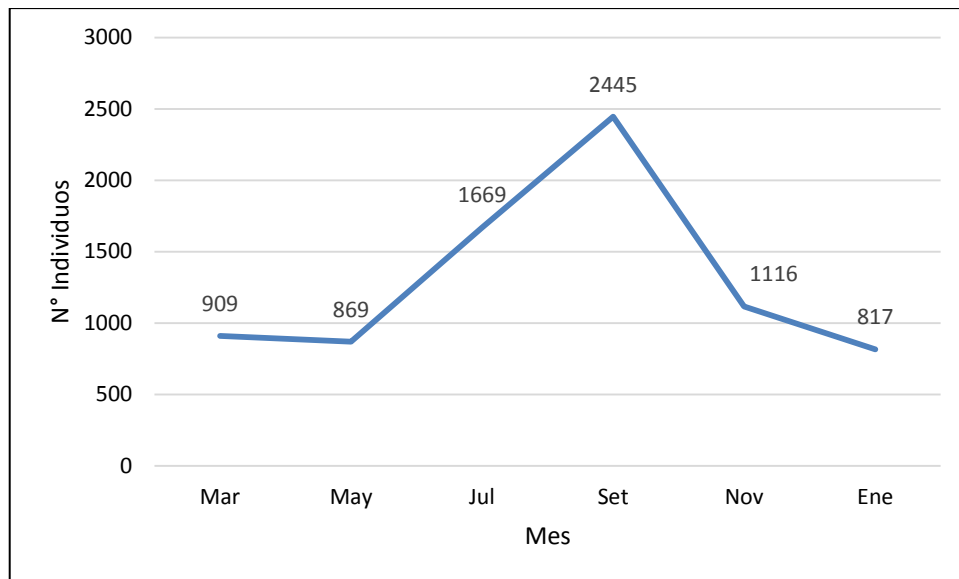


Figura 7. Distribución temporal total de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).
Marzo 2013-Enero 2014.

EPHEMEROTERA

Se identificaron siete géneros distribuidos en tres familias obteniéndose un total de 1618 individuos al final del estudio. El género *Farrodes* destacó como el más abundante (810 individuos) de los ephemeropteros presentes en la quebrada Pichita.

A nivel espacial los individuos de éste orden tuvieron predilección por la grava (31%), piedra (28%) y hoja (28%) y en menor abundancia por musgo (13%). En el microhábitat de piedra fueron encontrados en mayor proporción las especies *Baetodes*, *Farrodes* y *Mayobaetis*; en grava, destacó *Farrodes*; en musgo, fueron abundantes *Farrodes*, *Baetodes* y *Mayobaetis*; y, en hoja retenida en la corriente se encontró una mayor población de *Farrodes* y *Mayobaetis* (Figura 8 y Anexo 5).

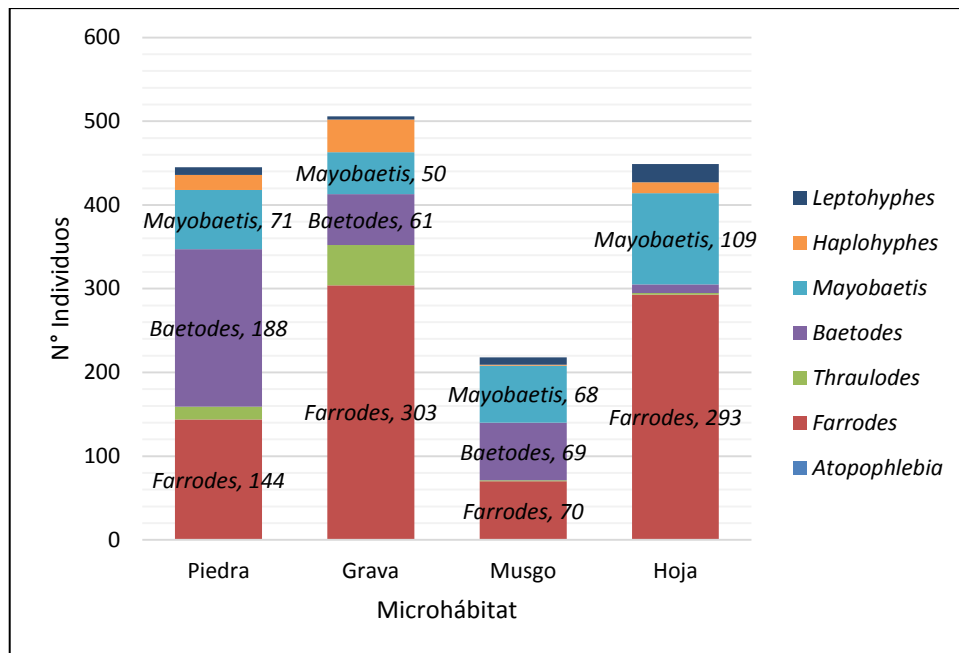


Figura 8. Distribución espacial de Ephemeroptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

A nivel temporal, los ephemeropteros fueron muy abundantes en el mes de setiembre (482 individuos en total), destacando *Farrodes* con 314 individuos. También se observó en los meses de mayor caudal (marzo, noviembre y enero) una gran frecuencia de *Farrodes* y *Baetodes*, y en los meses de menor caudal (mayo, julio y setiembre) se registró una mayor proporción de *Farrodes*, *Baetodes* y *Mayobaetis*; así mismo se resalta la presencia del género *Atopophlebia* sólo en el mes de setiembre (Figura 9 y Anexo 6). Es decir las familias Baetidae y Leptophlebiidae fueron los más abundantes a lo largo del estudio destacando principalmente en los meses de menor caudal julio y setiembre (Tabla 7).

En la Figura 10 se muestran algunos ephemeropteros colectados en la quebrada Pichita.

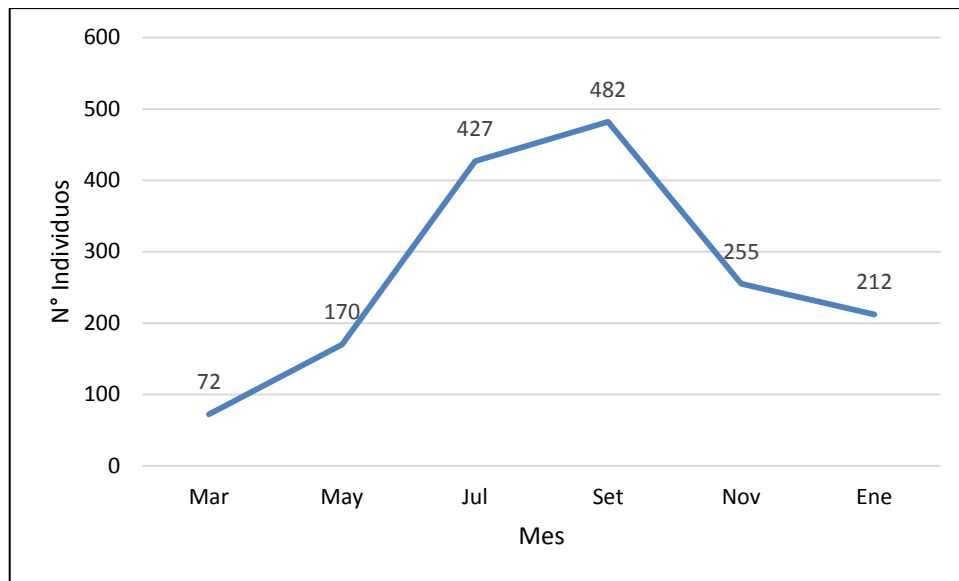


Figura 9. Distribución temporal de Ephemeroptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

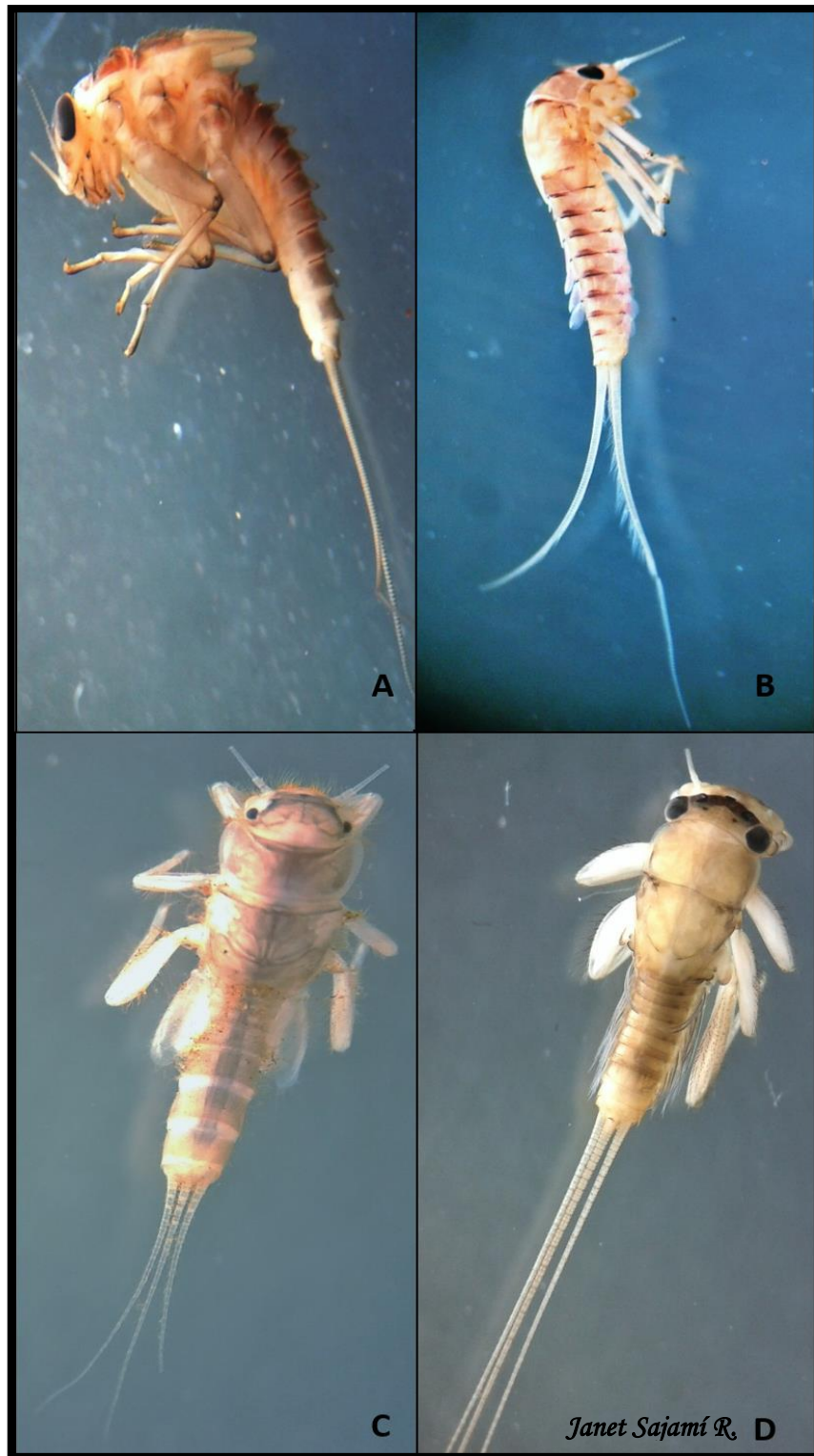


Figura 10. Orden: Ephemeroptera: **A.** *Baetodes*, **B.** *Mayobaetis* **C.** *Haplohyphes* y **D.** *Thraulodes*.

PLECOPTERA

La única especie identificada para este orden fue *Anacroneuria* (Figura 13) con un total de 677 individuos a lo largo del año de estudio.

A nivel espacial fue encontrado en todos los microhábitats evaluados pero principalmente en hoja retenida en la corriente y en grava con 278 y 242 individuos respectivamente (Figura 11 y Anexo 5).

A nivel temporal los individuos de *Anacroneuria* presentaron su mayor abundancia en el mes de setiembre para ir disminuyendo hacia los meses de mayor caudal (Figura 12 y Anexo 6).

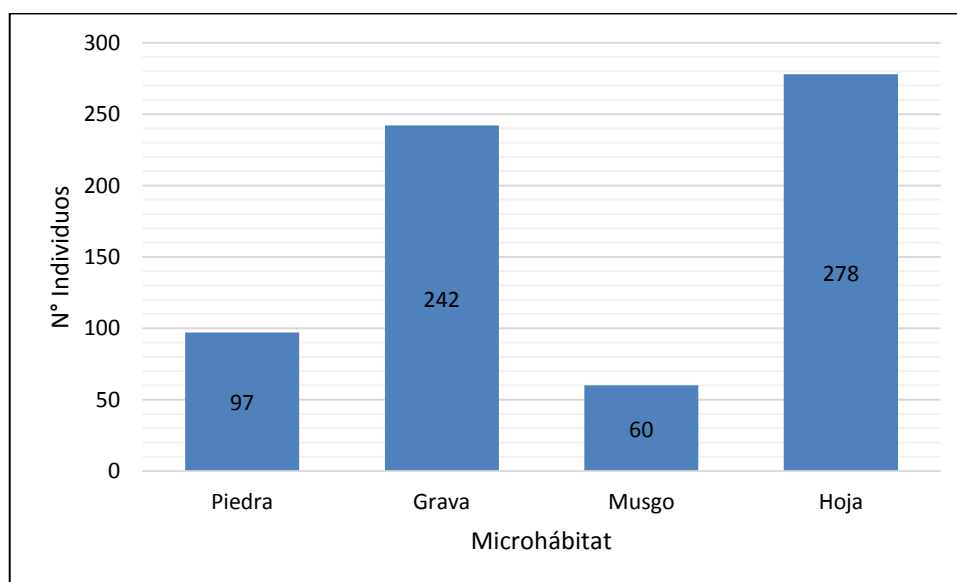


Figura 11. Distribución espacial de Plecoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

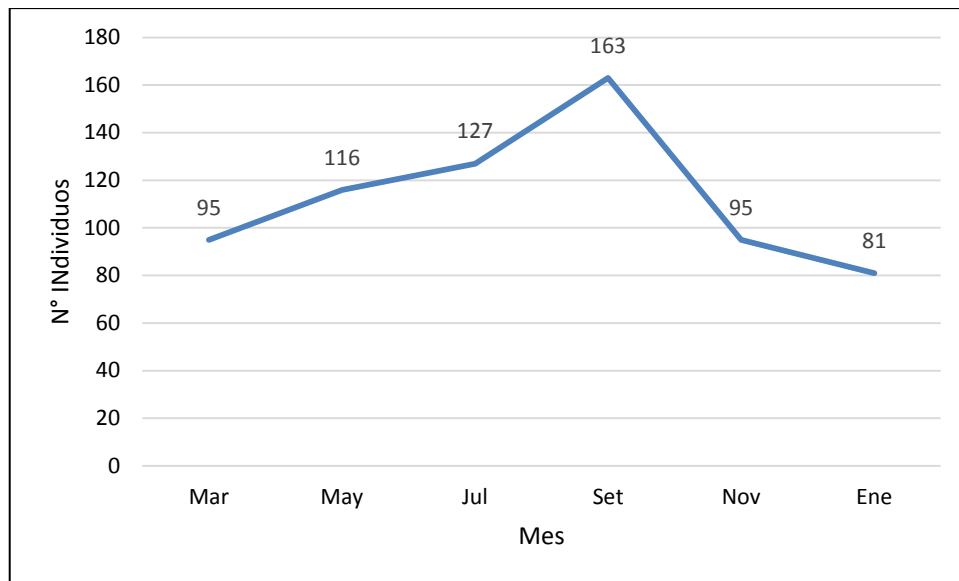


Figura 12. Distribución temporal de Plecoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.



Figura 13. Orden Plecoptera: *Anacroneuria*.

TRICHOPTERA

Se identificaron 15 especies distribuidas en 13 familias obteniéndose un total de 3029 individuos al final de las seis campañas de estudio. Los géneros *Phylloicus*, *Leptonema* y *Metrichia* destacaron como los más abundantes con 783, 537 y 482 individuos respectivamente.

Espacialmente los individuos de éste orden tuvieron predilección principalmente por la hoja retenida en la corriente (37%), aunque también fueron encontrados en gran proporción en musgo (26%), piedra (20%), y grava (17%). El microhábitat de piedra se caracterizó por presentar en gran abundancia las especies de *Mortoniella*, *Leptonema* y *Helicopsyche*; en grava abundaron *Leptonema* y *Helicopsyche*; en musgo destacó *Metrichia*; y, en hoja retenida en la corriente se encontró una mayor población de *Phylloicus*, *Nectopsyche* y *Leptonema* (Figura 14 y Anexo 5).

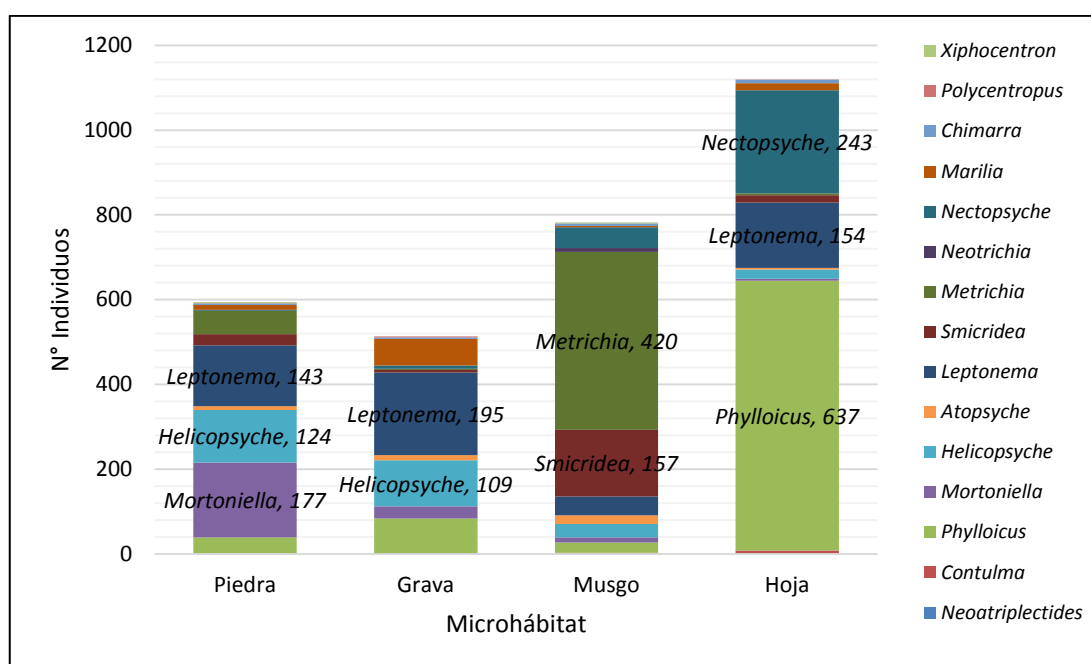


Figura 14. Distribución espacial de Trichoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Temporalmente fueron muy abundantes en el mes de setiembre con 1011 individuos en total, en tanto que la menor abundancia fue observada en el mes de enero (253 individuos). Además los géneros que destacaron en los meses de mayor caudal (marzo, noviembre y enero) fueron *Nectopsyche* y *Leptonema*; mientras que en los meses de menor caudal (mayo, julio y setiembre) abundaron *Phylloicus*, *Mortoniella*, *Leptonema*, *Helicopsyche* y *Metrichia* (Figura 15 y Anexo 6), donde se observó una gran abundancia de individuos de la familia Calamoceratidae e Hydropsychidae respecto a las demás familias con un total de 356 y 203 individuos respectivamente en el mes de setiembre (Tabla 7).

En la Figura 16 se muestran algunos trichopteros colectados en la quebrada Pichita.

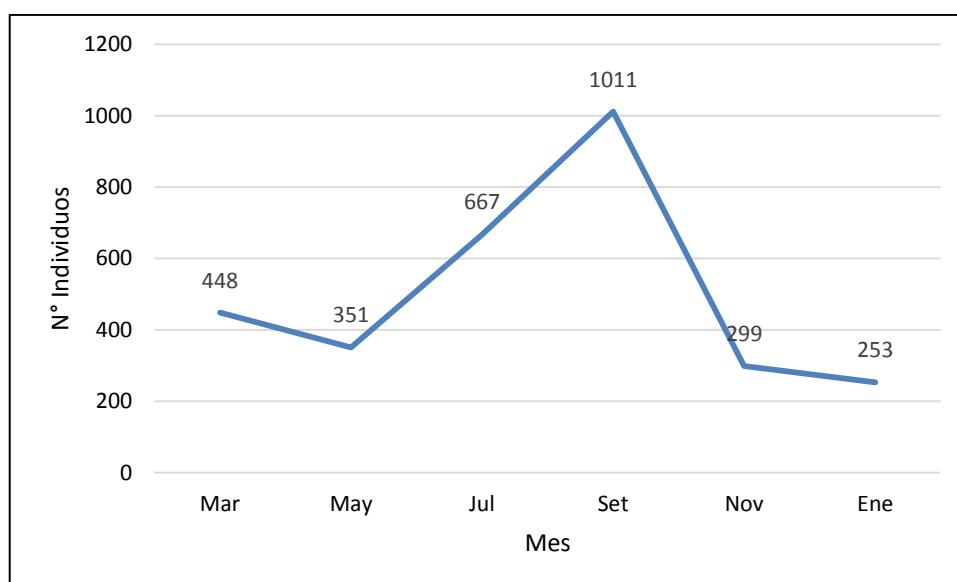


Figura 15. Distribución temporal de Trichoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

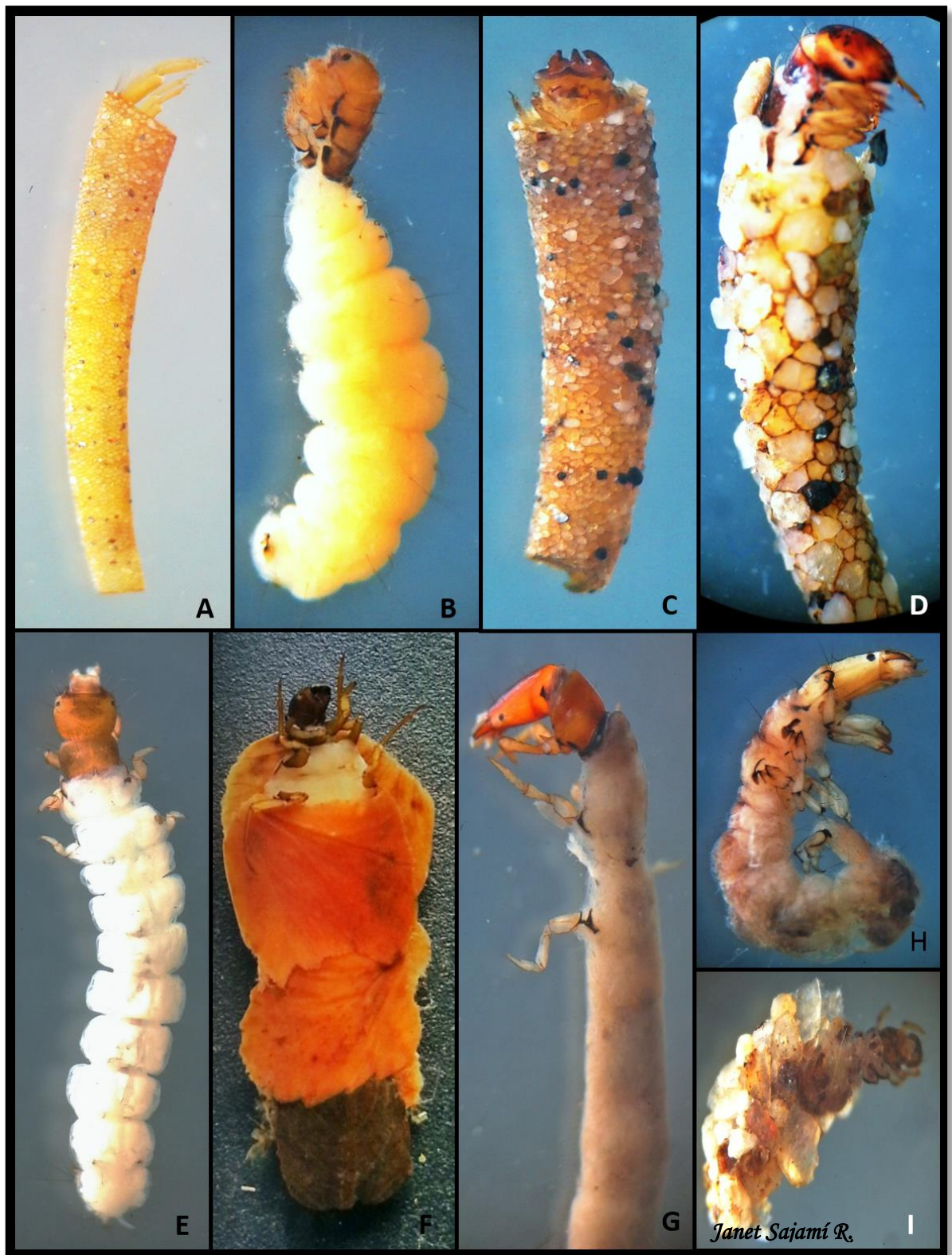


Figura 16. Orden Trichoptera: **A.** *Nectopsyche*, **B.** *Metrichia*, **C.** *Contulma*, **D.** *Marilia*,
E. *Xiphocentron*, **F.** *Phylloicus*, **G.** *Chimarra*, **H.** *Atopsyche* e **I.** *Mortoniella*.

COLEOPTERA

Se identificaron 28 especies distribuidas en 10 familias obteniéndose un total de 2501 individuos donde el género *Heterelmis* fue el más abundante con un total de 475 individuos al final del estudio.

Espacialmente los coleopteros tuvieron predilección por la hoja retenida en la corriente (37%) y grava (33%), observándose en menor proporción en musgo (20%) y piedra (10%). En el microhábitat de piedra abundaron miembros de la familia Elmidae como *Cylloepus*, *Neoelmis* y *Heterelmis*, también los géneros *Pheneps* y *Lutrochus*. En grava fueron numerosos los individuos de *Anchytarsus*, *Neoelmis* y *Cylloepus*; en musgo destacó *Heterelmis*; y, en hoja retenida en la corriente se encontró mayor proporción de *Heterelmis*, *Cyphon* y *Lutrochus* (Figura 17 y Anexo 5).

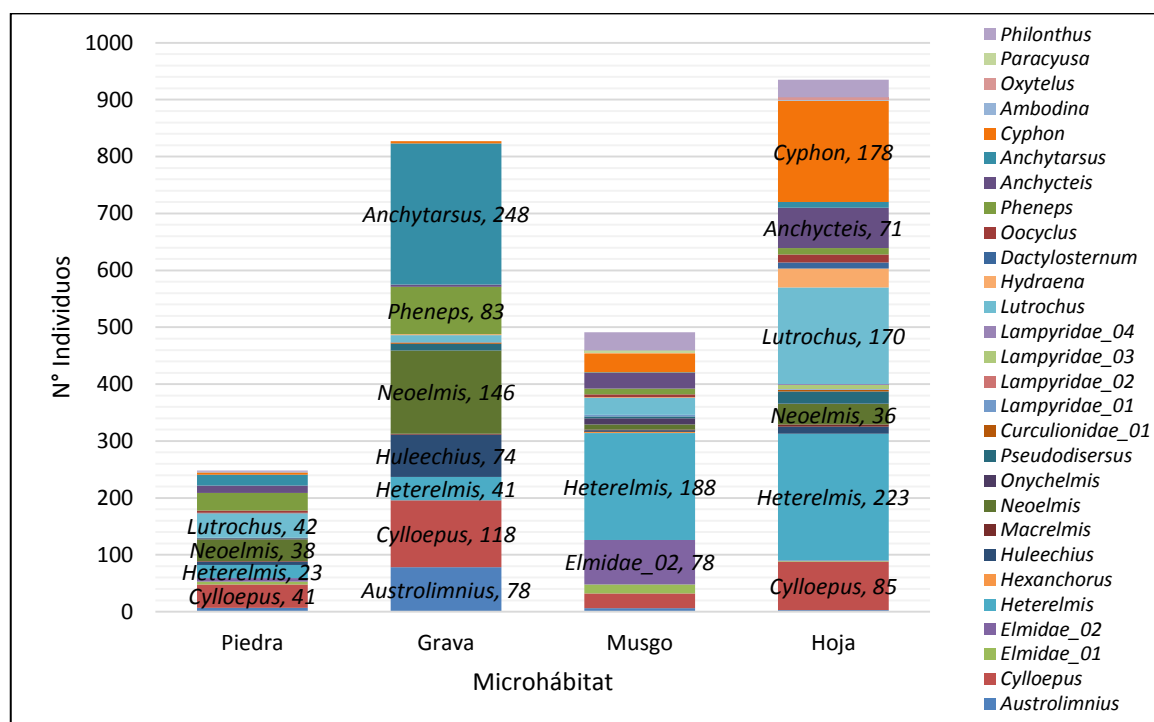


Figura 17. Distribución espacial de Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Temporalmente los coleópteros fueron muy abundantes en el mes de setiembre con 789 individuos en total, en tanto que la menor abundancia fue observada en el mes de mayo (232 individuos). Además los géneros que destacaron en los meses de mayor caudal (marzo, noviembre y enero) fueron *Heterelmis*, *Anchytarsus* y *Cylloepus*, mientras que en los meses de menor caudal (mayo, julio y setiembre) abundaron *Heterelmis* y *Lutrochus* (Figura 18 y Anexo 6).

A lo largo del año de estudio se observó que la familia Elmidae destacó sobre las demás familias como la más abundante principalmente en el mes de setiembre, otras familias como Lutrochidae y Ptilodactylidae también presentaron gran proporción de individuos en esta época de menor caudal, en contraste con las familias Curculionidae y Lampyridae que se caracterizaron por poseer las más bajas abundancias a través de los meses evaluados (Tabla 7).

En la Figura 19 se muestran algunos coleopteros colectados en la quebrada Pichita.

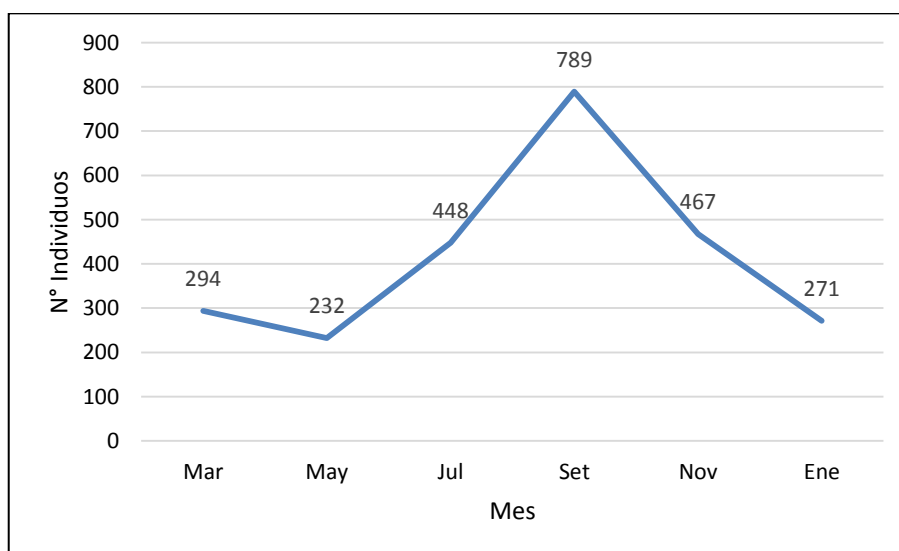


Figura 18. Distribución temporal de Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.



Figura 19. Orden Coleoptera: **A.** *Lampyridae_02*, **B.** *Hydraena*, **C.** *Cyphon*, **D.** *Oxytelus*, **E.** *Anchyteis*, **F.** *Pheneps*, **G.** *Neoelmis*, **H.** *Onychelmis* e **I.** *Cylloepus*.

Tabla 7. Composición de Familias de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).

Marzo 2013-Enero 2014.

Orden	Familias	Mar	May	Jul	Set	Nov	Ene
Ephemeroptera	Baetidae	41	112	149	143	92	89
	Leptophlebiidae	16	42	216	339	163	101
	Leptohyphidae	15	16	62	0	0	22
Plecoptera	Perlidae	95	116	127	163	95	81
Trichoptera	Atriplectididae	0	0	0	1	0	0
	Anomalopsychidae	16	3	0	4	4	4
	Calamoceratidae	88	113	111	356	36	79
	Glossosomatidae	4	6	126	48	6	31
	Helicopsychidae	1	3	110	120	24	29
	Hydrobiosidae	2	8	12	18	3	2
	Hydropsychidae	93	60	240	203	123	25
	Hydroptilidae	74	124	31	162	65	36
	Leptoceridae	159	25	24	61	7	26
	Odontoceridae	10	4	10	29	26	14
	Philopotamidae	1	4	3	6	2	6
	Polycentropodidae	0	0	0	3	1	0
	Xiphocentronidae	0	1	0	0	2	1
Coleoptera	Elmidae	177	168	201	379	242	164
	Curculionidae	2	0	0	0	3	0
	Lampyridae	1	1	2	5	1	4
	Lutrochidae	0	3	142	107	2	0
	Hydraenidae	3	4	6	19	2	3
	Hydrophilidae	0	0	2	32	1	0
	Psephenidae	5	2	33	75	15	5
	Ptilodactylidae	50	20	46	94	141	43
	Scirtidae	44	29	7	54	39	46
	Staphilinidae	12	5	9	24	21	6
ABUNDANCIA TOTAL		909	869	1669	2445	1116	817

6.4 Riqueza específica en la quebrada Pichita

A nivel espacial la mayor riqueza específica fue observada en el microhábitat de hoja retenida en la corriente con un total de 45 especies mientras que los microhábitats de piedra y grava se caracterizaron por presentar las más bajas riquezas con 39 y 36 especies respectivamente. Así mismo la mayor riqueza específica del orden Ephemeroptera se encontró en el microhábitat de grava con 7 especies, Plecoptera sólo presentó una especie, Trichoptera presentó mayor riqueza en grava y musgo (13 especies en cada microhábitat); y, la riqueza del orden Coleoptera destacó en el microhábitat de hoja retenida en la corriente con 26 especies (Tabla 8).

A nivel temporal el orden Ephemeroptera presentó mayor riqueza específica en los meses de mayo, julio y enero, Trichoptera en noviembre; y, el orden Coleoptera tuvo la mayor riqueza en setiembre; observándose a nivel general que el mes de setiembre se caracterizó por presentar la mayor riqueza con 44 especies en total. (Tabla 9).

Además se observó que la familia con mayor riqueza específica a lo largo del año de estudio fue la familia Elmidae (Coleoptera) con un total de 11 especies (Figura 20).

Tabla 8. Riqueza de especies a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Orden	Piedra	Grava	Musgo	Hoja
Ephemeroptera	6	7	6	6
Plecoptera	1	1	1	1
Trichoptera	12	13	13	12
Coleoptera	20	15	21	26
Total	39	36	41	45

Tabla 9. Riqueza de especies a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Orden	Marzo	Mayo	Julio	Setiembre	Noviembre	Enero
Ephemeroptera	4	6	6	5	4	6
Plecoptera	1	1	1	1	1	1
Trichoptera	12	13	10	13	14	12
Coleoptera	17	18	21	25	20	15
Total	35	38	38	44	39	34

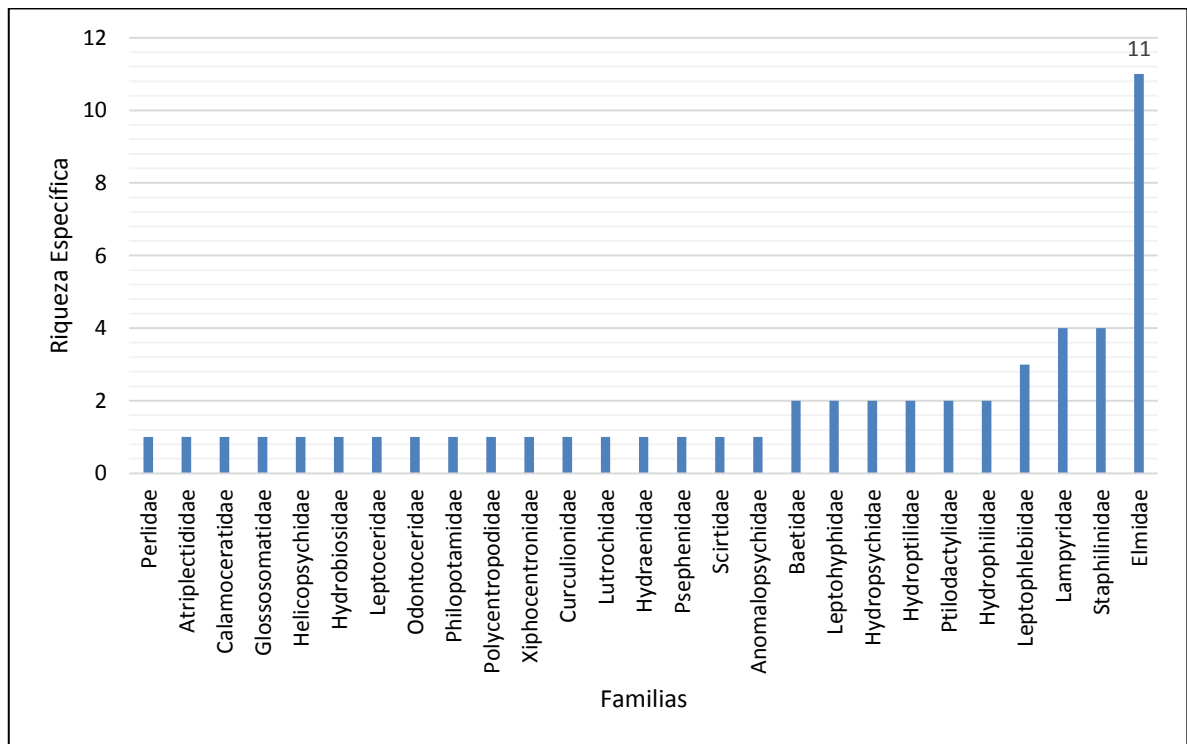


Figura 20. Riqueza específica por Familias de EPTC en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

A nivel espacial, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, encontró diferencias significativas en la riqueza específica entre los microhábitats evaluados ($p=0.001$; $p<0.05$) (Anexo 7). Esto se complementó con el diagrama de barras de error que describió gráficamente la variación de la riqueza específica promedio por microhábitats observándose diferencias significativas entre el microhábitat de hoja retenida en la corriente con los de piedra, grava y musgo (Figura 21).

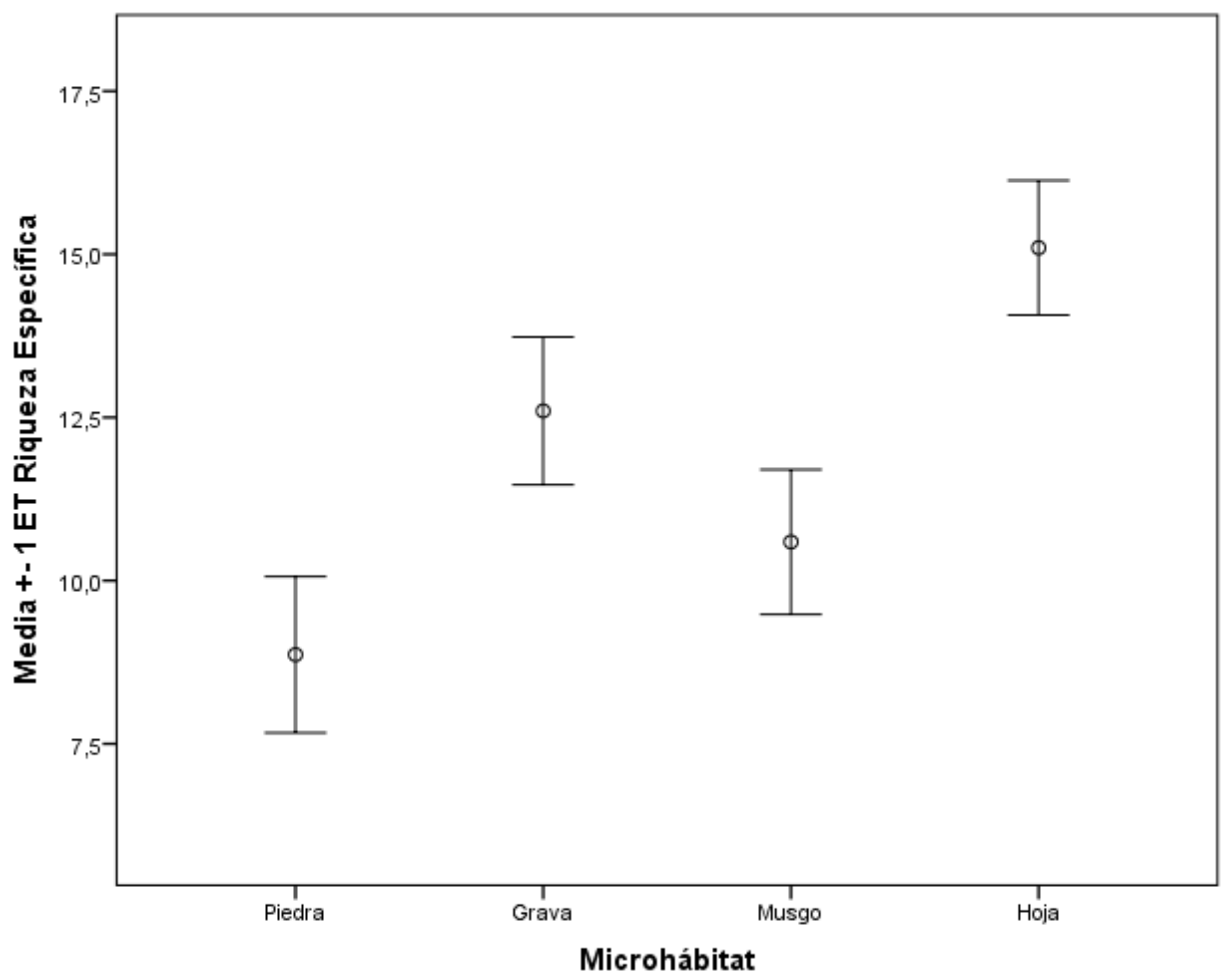


Figura 21. Variación de la Riqueza específica a nivel espacial de EPTC en la Qda.

Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

A nivel temporal, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, también evidenció diferencias significativas de la riqueza específica para los meses evaluados ($p=0.000$; $p<0.05$) (Anexo 7). El diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la riqueza específica promedio por meses evaluados, observándose diferencias significativas entre los meses de julio y setiembre con los demás meses evaluados (Figura 22).

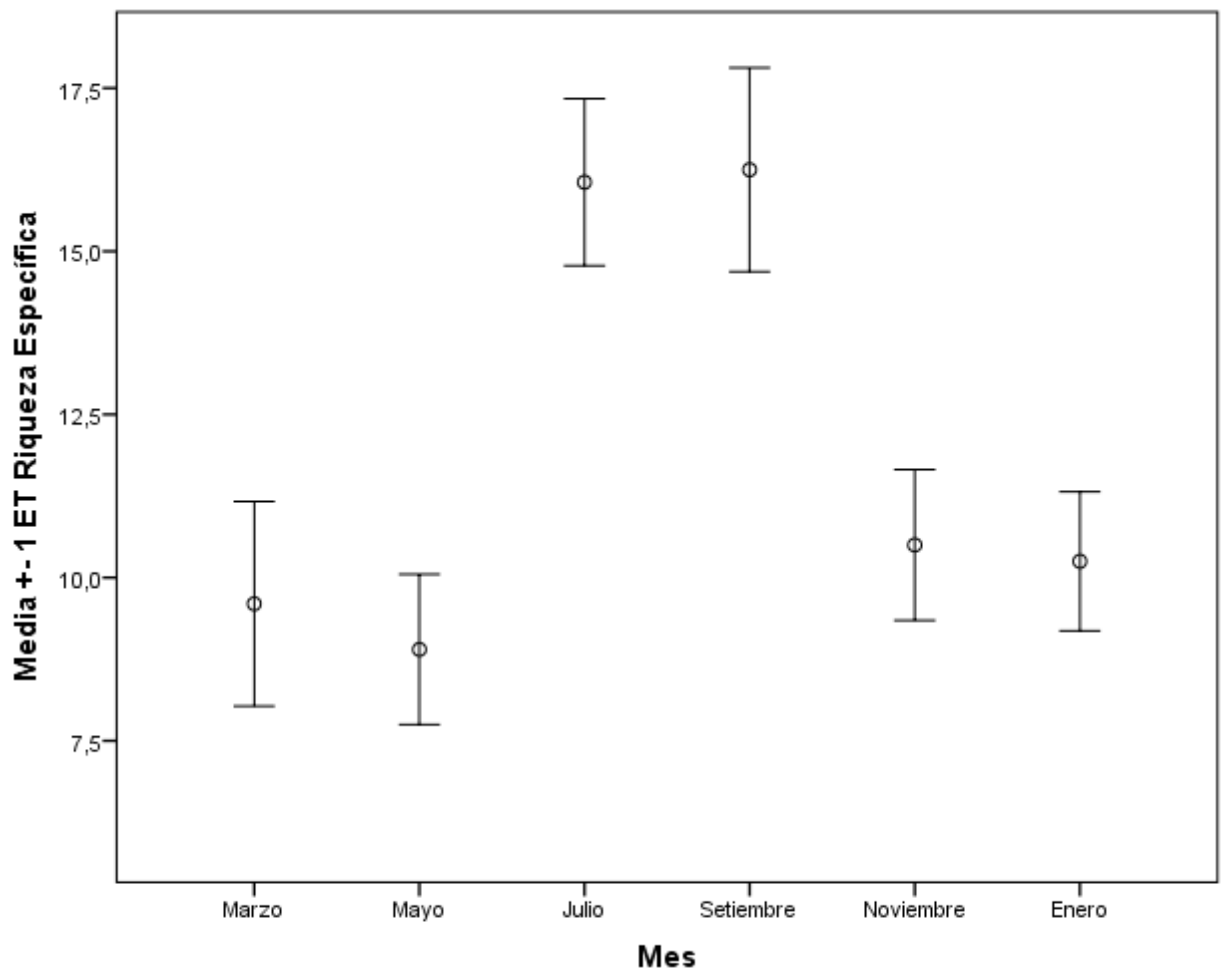


Figura 22. Variación de la Riqueza específica a nivel temporal de EPTC en la Qda.

Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

6.5 Abundancia de individuos en la quebrada Pichita

La abundancia promedio a nivel espacial fue mayor en hoja retenida en la corriente, mientras que el microhábitat de piedra presentó la menor abundancia promedio de individuos de EPTC. Sin embargo se resalta la alta abundancia en los microhábitats de grava y musgo (Tabla 10).

A nivel temporal se observan bajas abundancias promedios de EPTC en los meses de marzo, mayo, noviembre y enero, en tanto que en los meses de julio y setiembre se observaron las mayores abundancias promedio de los organismos de EPTC (Tabla 11).

Tabla 10. Abundancia promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Microhábitat	Media	Error Típico
Piedra	46.13	13.28
Grava	69.93	13.42
Musgo	57.67	13.38
Hoja	92.87	11.63

Tabla 11. Abundancia promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita
(Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Mes	Media	Error Típico
Mar	45.45	11.07
May	43.45	12.93
Jul	98.18	20.50
Set	122.25	21.16
Nov	55.80	12.66
Ene	40.85	7.17

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, encontró diferencias significativas en las abundancias de los individuos entre los microhábitats evaluados ($p=0.001$; $p<0.05$) (Anexo 8). Esto se complementó con el diagrama de barras de error que describió gráficamente la variación de la abundancia promedio por microhábitats observándose diferencias significativas entre el microhábitat de hoja retenida en la corriente con los de piedra, grava y musgo (Figura 23).

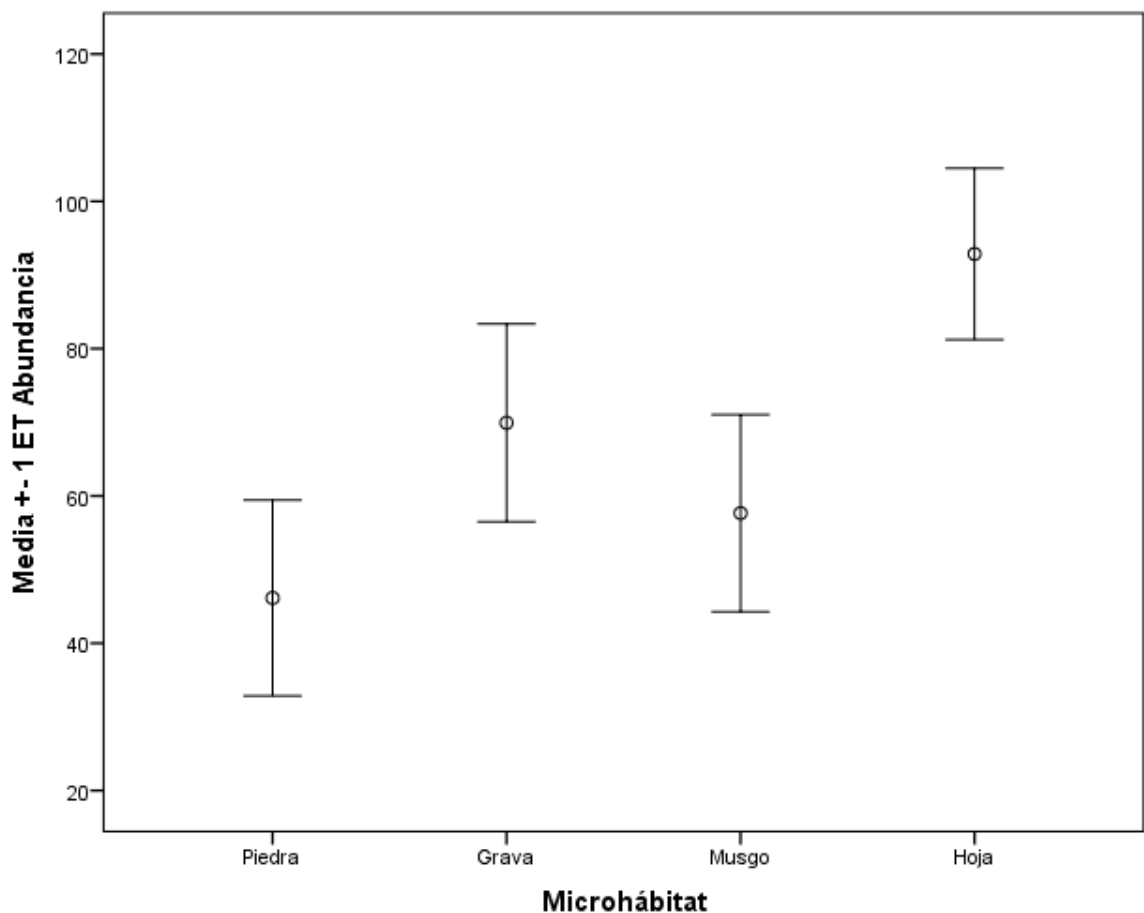


Figura 23. Variación de la Abundancia de individuos a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Temporalmente, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, también mostró la existencia de diferencias significativas de la abundancia de individuos entre los meses de estudio ($p=0.001$; $p<0.05$) (Anexo 8). El diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la abundancia promedio por meses evaluados mostrando diferencias significativas entre los meses de julio y setiembre respecto a los demás meses evaluados (Figura 24).

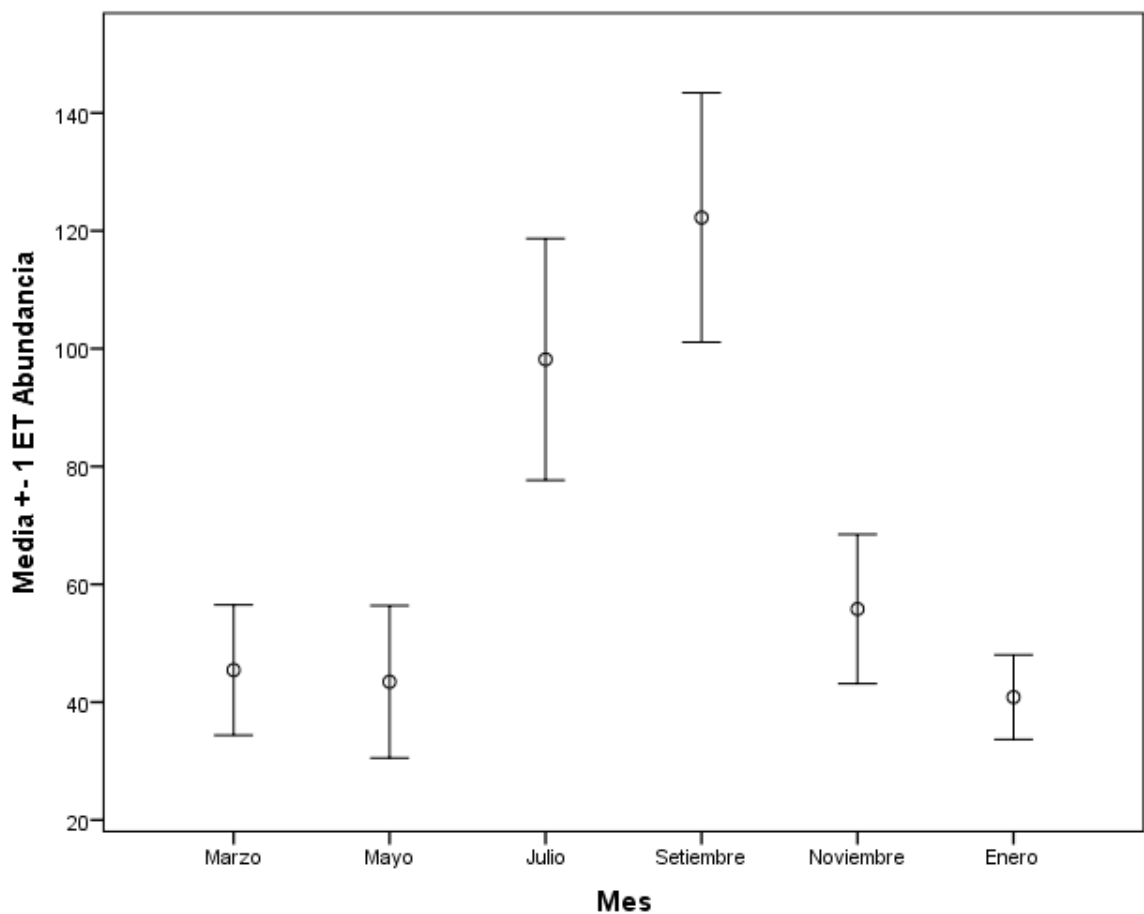


Figura 24. Variación de la Abundancia de individuos a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

6.6 Estructura comunitaria

6.6.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2)

De los cuatro microhábitats evaluados se observó que hoja retenida en la corriente tuvo la mayor diversidad promedio de organismos de EPTC mientras que el microhábitat de piedra presentó la menor diversidad (Tabla 12).

Temporalmente los meses de julio y setiembre presentaron la mayor diversidad promedio durante todo el estudio en tanto que el mes de marzo presentó la más baja diversidad de EPTC (Tabla 13).

Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2) promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Microhábitat	Media	Error Típico
Piedra	2.28	0.19
Grava	2.93	0.15
Musgo	2.64	0.12
Hoja	3.03	0.10

Tabla 13. Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2) promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Mes	Media	Error Típico
Mar	2.31	0.24
May	2.41	0.22
Jul	3.18	0.16
Set	3.07	0.12
Nov	2.67	0.16
Ene	2.76	0.15

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, encontró que sí existen diferencias significativas del índice de diversidad entre los microhábitats estudiados ($p=0.003$; $p<0.05$) (Anexo 9). El diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la diversidad promedio por microhábitats observándose marcadas diferencias entre la diversidad de hoja retenida en la corriente, grava y musgo respecto al microhábitat de piedra (Figura 25).

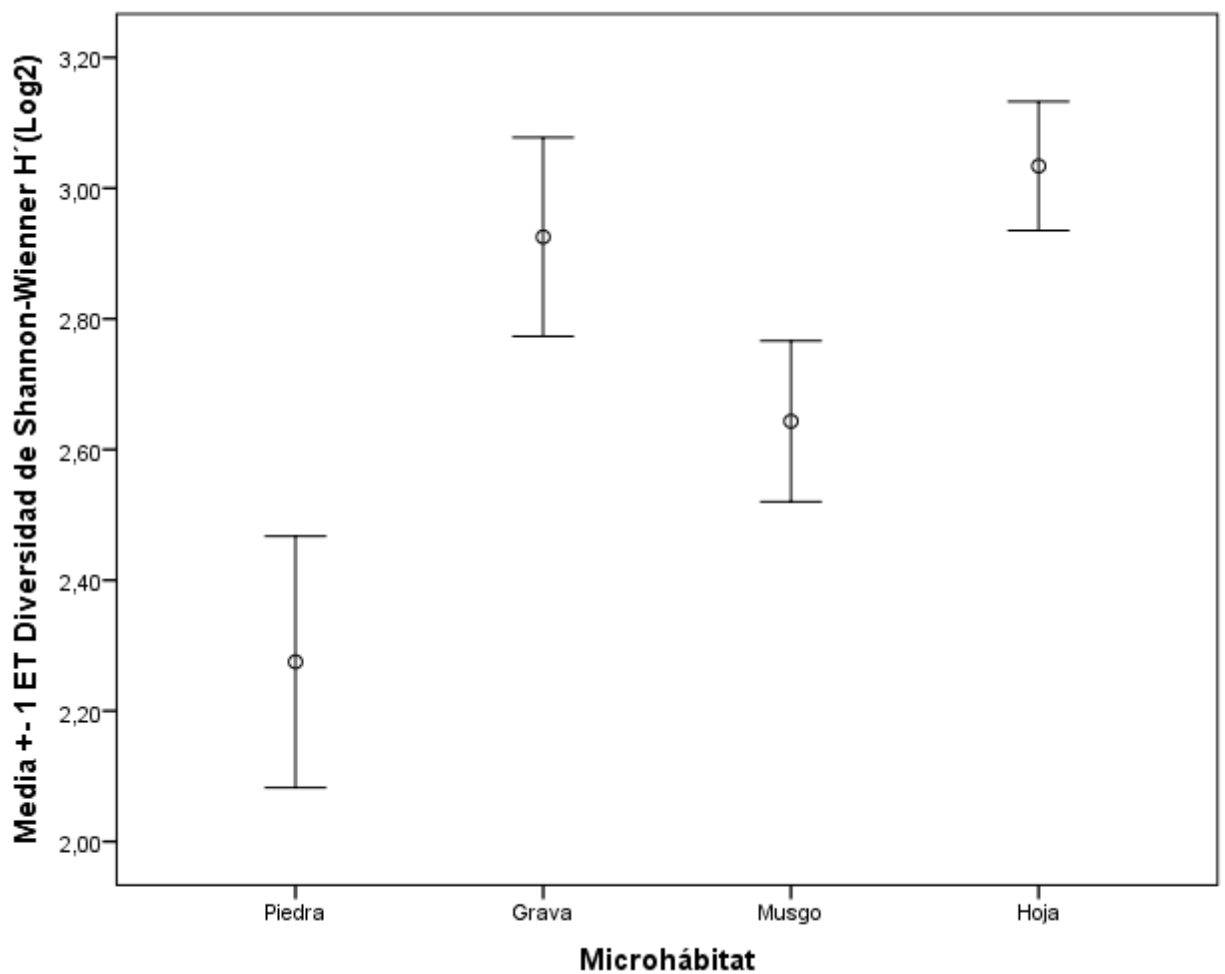


Figura 25. Variación de la Diversidad de Shannon-Wiener H' (Log2) a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

A nivel temporal, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, también evidenció diferencias significativas de la diversidad de Shannon-Wiener para los meses evaluados ($p=0.007$; $p<0.05$) (Anexo 9). El diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la diversidad Shannon-Wiener por meses evaluados, observándose diferencias significativas entre los meses de julio y setiembre con los demás meses evaluados (Figura 26).

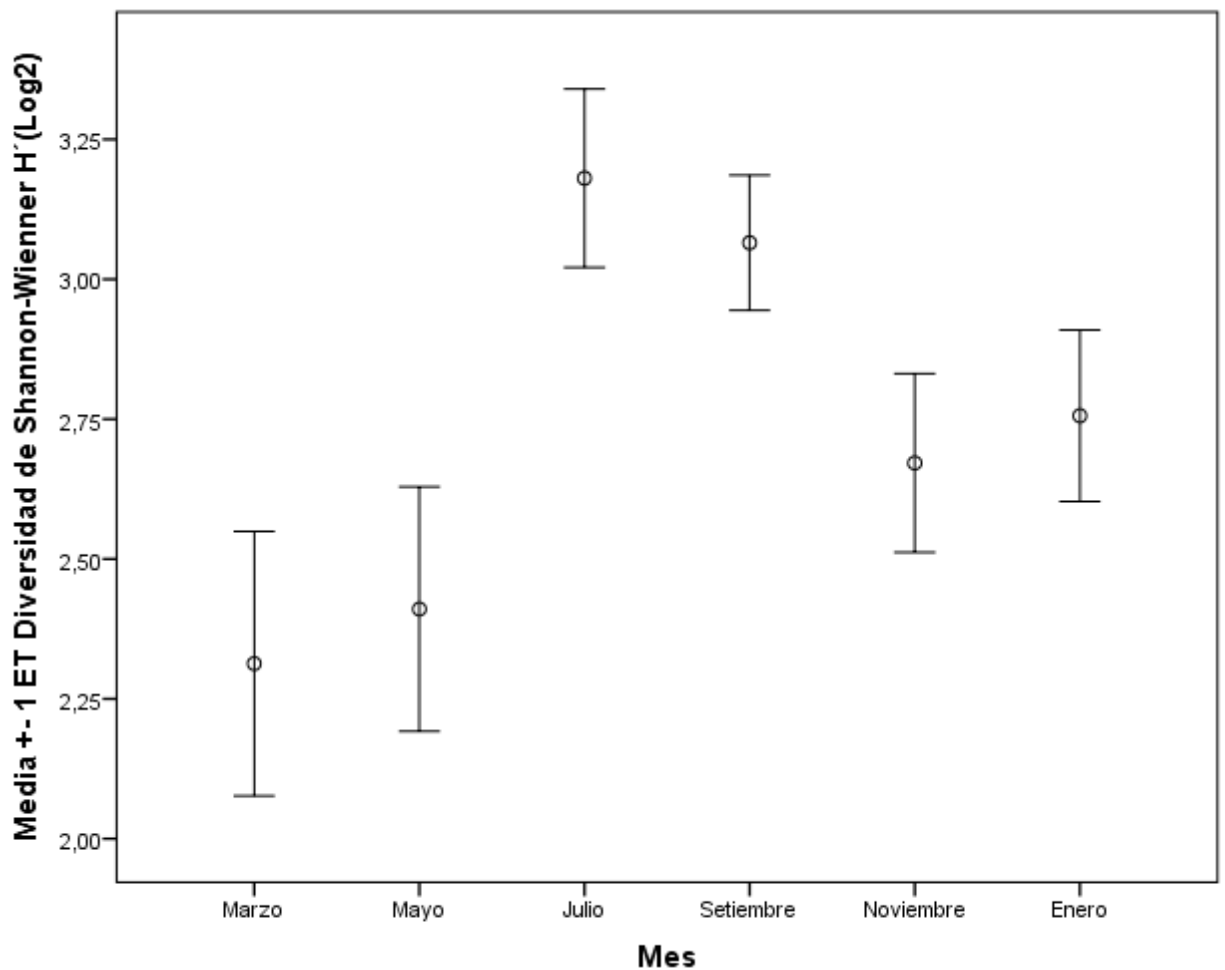


Figura 26. Variación de la Diversidad de Shannon-Wiener $H'(\text{Log}2)$ a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

6.6.2 Índice de Equidad de Pielou (J')

La equidad de Pielou promedio para los organismos de EPTC fue mayor en grava y musgo, aunque los microhábitats de piedra y hoja también evidenciaron valores de equidad promedio cercanos a la unidad (Tabla 14).

A nivel temporal se observaron mayores valores de equidad promedio en los meses de marzo, noviembre y enero en tanto que en el mes de mayo se registró la más baja equidad promedio de organismos de EPTC (Tabla 15).

Tabla 14. Equidad de Pielou (J') promedio a nivel espacial de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Microhábitat	Media	Error Típico
Piedra	0.80	0.04
Grava	0.88	0.01
Musgo	0.84	0.02
Hoja	0.80	0.02

Tabla 15. Equidad de Pielou (J') promedio a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Mes	Media	Error Típico
Mar	0.86	0.02
May	0.78	0.06
Jul	0.81	0.02
Set	0.81	0.02
Nov	0.85	0.02
Ene	0.87	0.02

A nivel espacial, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, mostró la existencia de diferencias significativas de la equidad de Pielou entre los microhábitats estudiados ($p=0.048$; $p<0.05$) (Anexo 10). El diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la equidad de Pielou mostrando que el microhábitat de grava presentó marcadas diferencias respecto a los microhábitat de piedra y hoja retenida en la corriente (Figura 27).

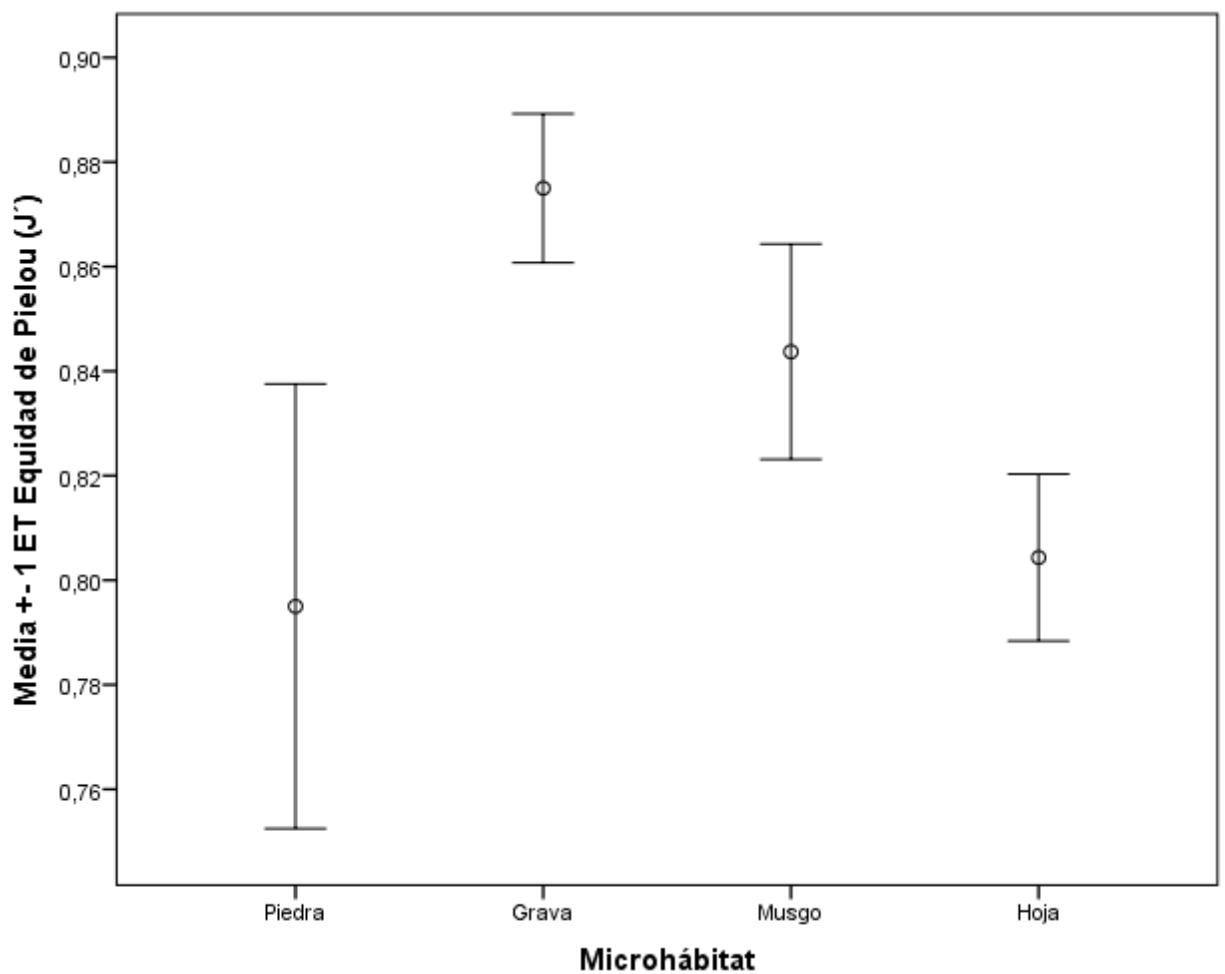


Figura 27. Variación de la Equidad de Pielou (J') a nivel espacial de EPTC en la Qda.

Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

A nivel temporal, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “k” muestras independientes, no encontró diferencias significativas de equidad de Pielou entre los meses de estudio ($p=0.233$; $p>0.05$) (Anexo 10). Donde el diagrama de barras de error describió gráficamente la variación de la equidad de Pielou entre los meses evaluados observándose menores valores de equidad promedio en los meses de menor caudal (mayo, julio y setiembre) y un incremento de la equidad promedio hacia los meses de mayor caudal (marzo, noviembre y enero) (Figura 28).

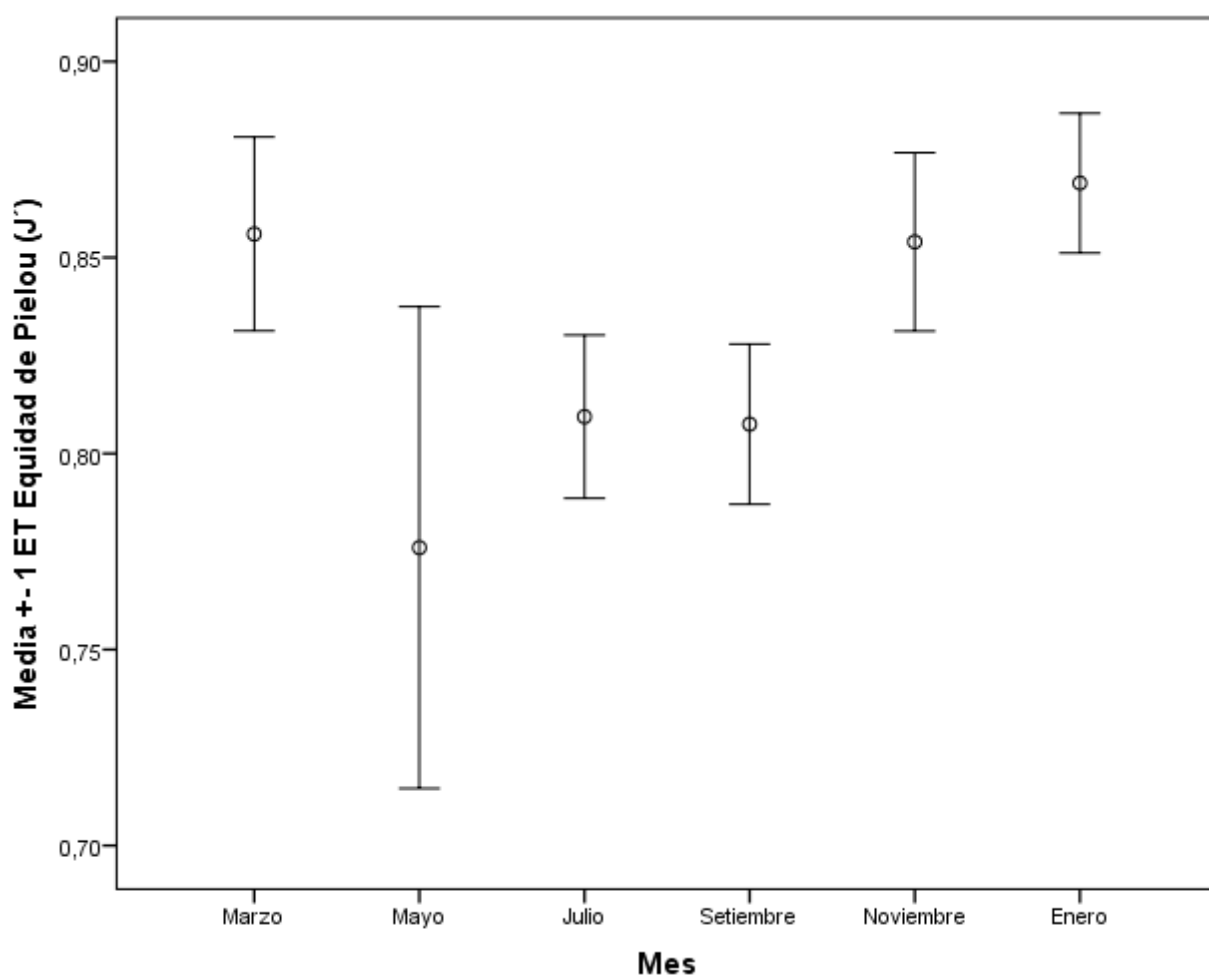


Figura 28. Variación de la Equidad de Pielou (J') a nivel temporal de EPTC en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

6.7 Análisis multivariado

Según el Análisis de Similitud (ANOSIM), se observó que sí existen diferencias significativas entre los microhábitats evaluados en la quebrada Pichita ($R = 0.569$ y $p = 0.001$) mostrando heterogeneidad a nivel espacial. Este análisis fue complementado con el Análisis de Similitud Porcentual (SIMPER), el cual mostró disimilitudes entre 71.4% y 81.6% entre los microhábitats evaluados (Anexo 11).

A nivel temporal, el ANOSIM para los meses de estudio no evidenció diferencias significativas ($R = -0.02$ y $p = 0.537$). Estos resultados fueron complementados con el análisis SIMPER, evidenciando disimilitudes entre 61.93% y 78.25% (Anexo 12).

El análisis de Escalamiento Multidimensional (nMDS) con un valor de estrés significativo (2D *Stress* = 0.13) mostró a nivel espacial seis grupos con un valor de similitud del 40%. Donde espacialmente el nMDS agrupó a hoja retenida en la corriente evidenciando su independencia frente a los demás microhábitats. Así mismo, también se agruparon los microhábitats de musgo a excepción los correspondientes de los meses de noviembre y enero (M5 y M6) donde ocurrió un aumento de la presión hidráulica. También se agruparon los microhábitats de grava de setiembre y noviembre con piedra de julio (G4, G5 y P3) en un 60% de similitud, los mismos que presentaron altos valores de riqueza y abundancia. A nivel temporal el nMDS no mostró agrupación alguna entre los meses de mayor o menor caudal (Figura 29).

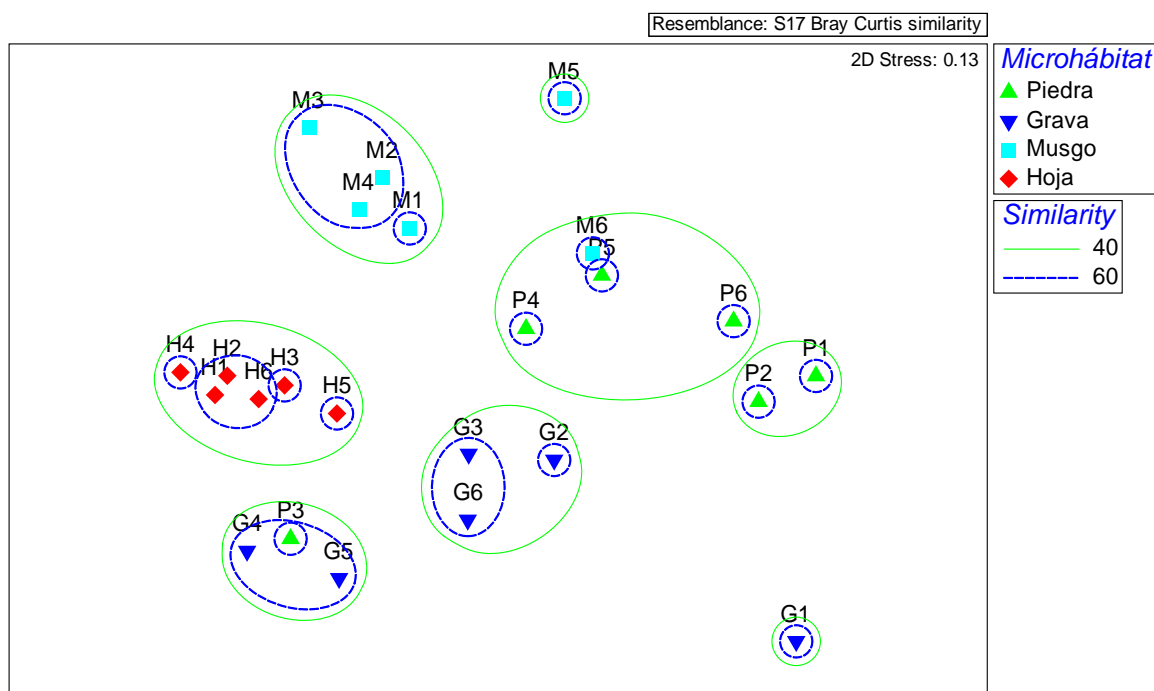


Figura 29. Análisis no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) por microhábitats (P: piedra, G: grava, M: musgo y H: hoja) y meses (1: Marzo, 2: Mayo, 3: Julio, 4: Setiembre, 5: Noviembre y 6: Enero) en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú).
Marzo 2013-Enero 2014.

6.8 Relación entre variables bióticas y abióticas

Según la correlación no paramétrica de Spearman, se evidenció correlación negativa entre los valores de riqueza y oxígeno disuelto ($R=-0.883$) y entre la abundancia y oxígeno disuelto ($R=-0.886$), ambos con un nivel de significancia del 95%.

Sin embargo se observaron fuertes correlaciones negativas entre la abundancia y la velocidad de la corriente ($R=-0.600$), la riqueza específica con el caudal ($R=-0.618$), la abundancia con el caudal ($R=-0.714$), la abundancia y la temperatura del agua ($R=-0.696$), a pesar de que estas correlaciones no fueron significativas (Anexo 13).

7. DISCUSIÓN

En el presente estudio se propuso determinar la composición y distribución espacial y temporal de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (EPTC) en una quebrada prístina de un Bosque Montano, para lo cual se muestreó en cuatro microhábitats representativos durante seis campañas de colecta. Para poder abordar el desarrollo del problema se consideraron tres aspectos: (1) caracterización ambiental considerando los factores físicoquímicos y su relación con el componente biótico, (2) composición de especies de EPTC en la quebrada Pichita; y (3) la distribución espacial y temporal de EPTC.

Caracterización ambiental

El inventario RCE, evaluó a la quebrada Pichita como un área íntegra a través de su ribera, cauce y ambiente. “Si bien es cierto que el RCE es un indicador que inicialmente se creó para países de clima templado, también ha sido empleado en evaluaciones desarrolladas en países del Neotrópico, como Brasil (Buss *et al.*, 2004; Mugnai *et al.* 2008; Roque *et al.*, 2008)” (Valcárcel, 2011). Así mismo el protocolo de Acosta *et al.*, (2009) para los andes peruanos y ecuatorianos a través del IHF (Índice de hábitat fluvial) y QBR-And (Índice de la calidad de vegetación de ribera andina), calificaron a la quebrada Pichita como de referencia.

Es decir las características propias de la quebrada Pichita como ser de primer orden, pertenecer a un bosque Montano de casi nula intervención antrópica y sobre todo su ubicación dentro de un área conservada, como lo es el Bosque Puyu Sacha, hacen que éste ambiente acuático pueda ser considerado como de referencia por su integridad. La importancia de éstos ambientes es resaltada por Von Ellenrieder (2007), quien señala que una alta riqueza y diversidad en áreas protegidas enfatiza la importancia de la conservación de un hábitat, y muestra que estas áreas cumplen con su rol en la conservación de la diversidad de su biota.

Analizando las descargas hidráulicas, el caudal de la quebrada Pichita, varió durante las seis campañas de monitoreo, dado por las condiciones ambientales de pluviosidad la cual disminuyó drásticamente durante los meses de julio y setiembre, meses correspondientes a la época seca. Éstos resultados concuerdan con los obtenidos por Acosta (2009) en el río Cañete, Valcárcel (2011) en la cuenca baja del río Utcubamba y Guevara (2013) en tributarios de ríos de Madre de Dios, donde señalan que los cambios en el caudal fueron notorios entre la época húmeda y seca, observándose una gran disminución del caudal durante la época seca.

La temperatura del agua presentó poca variación temporal fluctuando entre 13.6 y 14.7°C a lo largo del año de estudio, evidenciando que la temperatura del agua tiende a fluctuar menos y ser más baja que la temperatura ambiental ya que el agua posee un alto calor específico, que junto con los procesos de mezcla (causados por la velocidad de la corriente) y el sustrato crean una resistencia a los rayos solares (Urrego & Ramírez, 2000; Román-Valencia *et al.*, 2005) según lo mencionado por García-Alzate *et al.* (2007). Otro factor que estaría explicando la poca fluctuación de la temperatura del agua sería el gran porcentaje de sombra, hasta 100% en algunos tramos, a lo largo del cauce de la quebrada Pichita además de la neblina constante en el área características de un Bosque Montano.

El oxígeno disuelto varió poco a lo largo del año de estudio, sin embargo se observa que se presentan mayores valores en la época de lluvias y menores en la seca, debido probablemente a que la turbulencia que se presenta en la época de lluvias facilita la oxigenación del agua, donde la baja variación y su alto valor podría deberse a la poca profundidad de la quebrada Pichita, ya que al ser ésta de primer orden y no tan profunda favorece el intercambio de oxígeno aire-agua (Mulholland *et al.*, 2005). Además los valores de oxígeno disuelto para la quebrada Pichita se hallaron dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de las comunidades acuáticas (Roldán, 1992).

El pH también presentó poca variación a lo largo del tiempo en la quebrada Pichita presentando valores ligeramente básicos cercanos a la neutralidad, lo cual parece seguir un patrón similar a los resultados reportados por Acosta (2001) en la quebrada Cantón en Huarochirí, Acosta *et al.* (2009) en ríos de los andenes peruanos y ecuatorianos, y por Ortiz (2012) en dos tributarios de primer y tercer orden del río Rímac; cuyos valores de pH fueron similares a los registrados en la quebrada Pichita.

Otros parámetros fisicoquímicos como la conductividad, sólidos totales y la salinidad, mostraron ser relativamente menores durante los meses de mayor caudal. La disminución de estos parámetros durante la época de lluvias se debería al aumento del flujo de descarga (Golterman, 1975). Este proceso de dilución también ha sido observado por Molina *et al.* (2008) en ríos altoandinos, observándose un descenso de los cationes aniones y de la conductividad.

Analizando los parámetros fisicoquímicos en relación a los parámetros bióticos y según la correlación no paramétrica de Spearman, se evidenció correlación negativa entre la riqueza y el oxígeno disuelto ($R=-0.883$), abundancia y oxígeno disuelto ($R=-0.886$), la abundancia y la velocidad de la corriente ($R=-0.600$), la riqueza con el caudal ($R=-0.618$), la abundancia con el caudal ($R=-0.714$) y la abundancia y la temperatura del agua ($R=-0.696$) (Anexo 13). Es probable que estas correlaciones estén asociadas a las condiciones geológicas, topográficas y climáticas de la quebrada Pichita ya que un incremento en el caudal y con ello en la velocidad de la corriente, ocasiona un arrastre de la comunidad de macroinvertebrados cuesta abajo haciendo que disminuyan sus poblaciones viéndose afectada la estructura comunitaria. Buss *et al.* (2004) afirman que los organismos en los microhábitats de los ríos son estructurados por la velocidad de la corriente del agua; a su vez este flujo de agua influye en el tamaño de partícula del sustrato y la cantidad de alimento disponible, la promoción de la liberación y/o remoción de nutrientes, donde la velocidad del flujo es

considerado como el principal factor que determina la distribución de los organismos en los sistemas lóticos (Minshall, 1984; Ward, 1992).

En general, se podría decir que en quebradas pequeñas y prístinas en zona de yungas como la estudiada, los valores fisicoquímicos varían poco; sin embargo los factores que dependen de las precipitaciones como la velocidad de la corriente y el caudal sí varían fuertemente, probablemente como consecuencia de ser una cuenca pequeña y encañonada (Gutiérrez, 2006; Rodríguez *et al.*, 2007), otro factor influyente podría ser su posición geográfica y localización topográfica en ambientes de alta montaña Neotropical (García-Alzate *et al.*, 2007). Al respecto, Allan & Castillo (2007), señalan que las características importantes en la morfometría de las quebradas es el orden hidrológico, el cual se encuentra relacionado con el volumen de la descarga, el área drenada y las dimensiones del canal.

Composición de especies de EPTC

Se identificaron 51 géneros de insectos acuáticos entre Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera, constituyendo los primeros registros de macroinvertebrados acuáticos dentro del Bosque Puyu Sacha. El número encontrado de especies es bastante elevado si se compara con los géneros registrados por Blanco (2005) quien en la provincia aledaña de Oxapampa encontró un número bastante menor de especies en un tramo de 7 km del río Chorobamba en muestreos realizados sólo en la época seca del 2004. También la cantidad elevada de organismos encontrada en esta sola quebrada se equipara con el estudio realizado por Salcedo & Trama (2014) quienes también en la provincia de Oxapampa, microcuenca de San Alberto, estudiaron 4 quebradas desde el 2011 al 2014 contabilizando 53 géneros de EPTC. A pesar que la quebrada Pichita es de un cauce pequeño y encañonado (primer orden), se obtuvo un gran número de especies que conforman el EPTC probablemente debido

a que se tomaron cinco réplicas de cuatro microhábitats representativos y durante seis campañas de monitoreo, lo cual intensificó la colecta de los organismos.

En el estudio se observó una mayor proporción de Coleoptera y Trichoptera durante los seis meses evaluados. El orden Coleóptera presentó una riqueza de 28 especies, agrupadas en 10 familias, siendo la familia Elmidae la que presentó la mayor riqueza específica con 11 especies. Resultados similares ya han sido observados por varios autores. Salcedo y Trama (2014) encontraron 10 géneros de Elmidae en quebradas de la microcuenca de San Alberto, Oxapampa, Pasco, Perú; Guevara (2013), determinó 19 géneros de Elmidae en quebradas de Madre de Dios en Perú; Arias-Díaz *et al.* (2007) en la cuenca del río Coello en Colombia registró que la familia Elmidae presentó la mayor riqueza (14 géneros) y abundancia dentro del orden coleóptera. La alta riqueza y abundancia registrada en la familia Elmidae, posiblemente está asociada con aspectos de su biología, entre los que se destacan: ser organismos verdaderamente acuáticos (larvas y el adultos se desarrollan bajo el agua), muy comunes en ambientes lóticos (Brown, 1987; White & Brigham, 1996; Manzo, 2005), de hábitos sedentarios que viven adheridos a una variedad de sustratos (grava, rocas, raíces de árboles, hojas en descomposición, troncos, vegetación y musgos acuáticos), y presentar un amplio rango de distribución altitudinal (210-3410 m) y espacial (Machado 1989).

El segundo orden con mayor riqueza fue Trichoptera con 15 especies, agrupadas en 13 familias, siendo las familias Hydropsychidae e Hydroptilidae las de mayor riqueza presentando 2 especies cada una. La presencia de estas familias podría deberse a los múltiples microhábitats exhibidos en la quebrada Pichita ya que los miembros de la familia Hydropsychidae suelen encontrarse en diversos sustratos tanto en zonas de rápidos como en remansos así como en arroyos de diferentes tamaños y corrientes (Guevara *et al.*, 2005); en tanto que, la familia Hydroptilidae tiene distribución

cosmopolita, siendo especialmente diversificada en la región Neotropical, donde está representada por géneros de amplia distribución (Flint *et al.*, 1999).

El orden Ephemeroptera presentó 7 especies, agrupadas en 3 familias, siendo Leptophlebiidae la de mayor riqueza con 3 especies, esto se debería a que esta familia es un elemento dominante en arroyos de pequeño y mediano porte, siendo probablemente la familia más diversa en la región Neotropical, seguida de Baetidae (Savage, 1987; Domínguez *et al.*, 2006).

Los plecópteros estuvieron representados sólo por la familia Perlidae y un solo género, *Anacroneuria*, el cual ya ha sido señalado como un género dominante dentro de esta familia, además de tener una amplia distribución y diversidad principalmente en la Región Andina (Rojas & Baena, 1993; Stark *et al.*, 1999; Zúñiga & Stark, 2002; Stark & Zúñiga, 2003). Además su presencia en los ecosistemas lóticos, desempeña un rol vital en la estructura y la producción secundaria de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Stewart & Stark, 2002).

Se destaca la alta riqueza y abundancia de EPTC en la quebrada Pichita donde muchas de estas familias presentan un alto grado de sensibilidad ambiental siendo susceptibles al enriquecimiento de carga orgánica y al déficit de oxígeno; sobre todo las familias de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, los cuales constituyen el índice EPT (Lenat, 1988), aunque de estos se ha mencionado recientemente que el género *Baetodes* (Ephemeroptera) podría tolerar cierto grado de contaminación y alteración de su hábitat y localmente llegar a ser muy abundantes (Flowers & De la Rosa, 2010). En relación a los coleópteros Von Ellenrieder (2007), destaca la utilización de la familia Elmidae en el campo de la bioindicación usando el índice EIPT (Elmidae, Plecoptera y Trichoptera) sugiriendo que este índice podría ser un componente útil para la evaluación del estado ecológico de diversos ambientes. Otros autores destacan en particular las familias Hydraenidae y Elmidae, debido a que

son consideradas cada vez con más frecuencia buenos indicadores de la calidad del agua por su sensibilidad a la contaminación (Musso *et al.*, 1991; Cuppen, 1993), aunque el grado de tolerancia no sería el mismo para todas las especies (García-Criado *et al.*, 1999).

Distribución espacial y temporal de EPTC

Distribución espacial

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia, diversidad Shannon-Wiener y equidad de Pielou de EPTC en la quebrada Pichita y los análisis de Similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) para los organismos de EPTC, mostraron diferencias significativas a nivel espacial. La variación espacial en la quebrada Pichita estaría explicada por la heterogeneidad del hábitat, es así que se observaron diferencias significativas en riqueza, abundancia, diversidad y equidad entre los microhábitats evaluados. La quebrada Pichita por ser de primer orden en un bosque Montano, tener pendiente pronunciada de poca profundidad y escasa intervención antropogénica favoreció la presencia de diversos microhábitats que albergaron la comunidad de EPTC a lo largo del año de evaluación. Las diferencias espaciales se mostraron en el análisis de Escalamiento Multidimensional (nMDS), donde se pudo observar el agrupamiento del microhábitat de hoja retenida en la corriente de todos los meses evaluados, evidenciando que la temporalidad no influye en la distribución de éste microhábitat debido a que siempre está presente por el arrastre de material alóctono de las partes altas y a la caída de hojas a lo largo del cauce producto de un ecosistema boscoso; a diferencia del musgo adherido a las rocas cuya presencia estuvo influenciada directamente por el nivel del agua, prácticamente desapareciendo en los meses de julio y setiembre (menor caudal).

Respecto a las preferencias de microhábitats, muchos autores ya han señalado una predilección del macrobentos por la hojarasca (Wallace & Webster, 1996; Huamantínco & Nessimian, 1999; Graça, 2001, Graça *et al.*, 2001), y su acumulación en épocas de menor caudal (Covich, 1988) tal y como lo observado en la quebrada Pichita, ya que durante las seis campañas de evaluación siempre se observó cúmulos de hojas retenidas en la corriente, que en su mayoría presentaron un avanzado grado de descomposición, sobre todo en los meses de julio y setiembre (época seca), las mismas que constituyeron el principal microhábitat de la comunidad de EPTC. Así mismo el microhábitat de grava también se caracterizó por poseer una alta abundancia de EPTC seguido de hoja retenida en la corriente, porque siempre presentó detritus, principalmente partículas gruesas de madera, producto del arrastre y caída del material alóctono como troncos y hojas, que se depositaron a lo largo del lecho de la quebrada. La materia orgánica muerta es uno de los principales recursos de energía para estas especies, especialmente en ríos con gran proporción de sombra (Covich, 1988; Hutchinson, 1993; Wallace & Webster, 1996), donde el contenido de detritus en el sedimento y el oxígeno disuelto contribuyen a determinar la estructura de la comunidad en un hábitat determinado (Jacobsen, 2003); pues es sabido que en regiones tropicales el material proveniente de los márgenes, generalmente hojas, constituyen el principal componente energético en los ecosistemas de los ríos (Siccama *et al.*, 1970; Anderson & Sedell, 1979; Wallace *et al.*, 1997).

Distribución temporal

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia y estructura comunitaria, a excepción de la equidad, mostraron diferencias significativas a nivel temporal. Esta variación temporal en la quebrada Pichita está determinada principalmente por la hidrología del ecosistema, donde el volumen del caudal determinó la estructura de la comunidad de EPTC. En los meses de marzo, noviembre y enero (meses de mayor caudal) la riqueza, abundancia

y diversidad fueron menores que en los meses de mayo, julio y setiembre (meses de menor caudal) donde se observó un incremento de la riqueza, abundancia y diversidad.

Esta variabilidad temporal ya ha sido bastante documentada en el Neotrópico (Molina *et al.*, 2008; Mesa *et al.*, 2009; Mesa, 2010; Moya *et al.*, 2009). Las variaciones en el caudal parecen afectar la diversidad biótica de la quebrada Pichita, ya que al disminuir el caudal, la abundancia y la riqueza de EPTC aumentan. En Perú, estudios realizados en la cuenca baja del Utcubamba (Valcárcel, 2011) y en quebradas de Madre de Dios (Guevara, 2013), reportaron una mayor abundancia y riqueza de macroinvertebrados durante la época seca, coincidiendo con lo observado en la quebrada Pichita durante los meses de menor caudal. Al respecto Bispo *et al.* (2001), mencionan que los periodos secos constituyen un ambiente más estable que proporciona las condiciones para una mejor estructura de la comunidad; ya que es sabido que la recolonización después de las inundaciones es usualmente rápida en ríos con muchos refugios (Matthaei *et al.*, 1998).

De acuerdo a los resultados, se evidenciaría que el mes de setiembre sería el de mayor estabilidad ambiental, y que podría ser el mejor mes para monitorear la quebrada Pichita.

Sin embargo los análisis de Similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) para los organismos de EPTC no mostraron diferencias significativas temporales en la quebrada Pichita. Es decir, el análisis de nMDS evidenció gráficamente que el factor espacial es más fuerte que el temporal puesto que no se agruparon los meses con mayor caudal y los de menor caudal. Algunos estudios realizados en Brasil han demostrado también que la distribución de los macroinvertebrados bentónicos esta influenciada sobre todo por el tipo de sustrato en lugar de la integridad del medio

ambiente, período de muestreo o el orden del río (Buss *et al.*, 2004; Baptista *et al.*, 1998; Costa & Melo, 2008). Por lo tanto se podría decir que en la quebrada Pichita existe una estrecha relación entre la variación del flujo y los substratos, siendo más fuerte el factor espacial, ya que temporalmente la variación en el flujo puede eliminar, mezclar y volver a depositar substratos (Hynes, 1970; Minshall, 1984).

Géneros representativos en la zona de estudio

El análisis SIMPER, como complemento a los demás análisis, permitió identificar los taxa que más influyen de acuerdo a su porcentaje de contribución en la estructura comunitaria de macroinvertebrados. De los ephemeropteros encontrados en la quebrada Pichita el género *Farrodes* presentó gran porcentaje de contribución debido a que siempre se encontró en las seis campañas de colecta y en todos los microhábitats de estudio pero en mayor proporción en grava y hoja retenida en la corriente, resultado concordante a lo señalado por Roldán (2012) quien señala que viven entre la vegetación, troncos y hojarasca; y por lo encontrado por Shimano (2011) en Mato Grosso, Brasil, quien encontró valores altos de este género en hoja retenida en la corriente. Además su alta frecuencia podría deberse a que el género *Farrodes* es considerado bastante diverso y ampliamente distribuido en el Neotropico (Domínguez, *et al.* 2006).

El orden Plecoptera, estuvo representado sólo por el género *Anacroneuria*, y según el análisis SIMPER presentó un mayor porcentaje de contribución en grava y hoja retenida en la corriente, así como en los meses de menor caudal (julio y setiembre), resultados que concuerdan con lo hallado por Tamaris *et al.* (2007), quienes hallaron una mayor proporción del género *Anacroneuria* en grava y en los meses de menor velocidad de la corriente y caudal. A su vez, Baptista *et al.* (1998), encontraron que la mayoría de individuos de *Anacroneuria* tuvieron preferencias por la hojarasca retenida en la corriente, como lo observado en la quebrada Pichita. Este incremento de las

abundancias durante los meses de mayor estabilidad pluviométrica (julio y setiembre) posiblemente se deba a la búsqueda de estos organismos de un sustrato más estable y una mayor oferta de presas (Tamaris *et al.*, 2007).

De los Trichoptera y/o trichópteros registrados en la quebrada Pichita el género *Phylloicus* fue el más representativo por su alto porcentaje de contribución (SIMPER) en el microhábitat de hoja retenida en la corriente, así como en el mes de setiembre, debido principalmente a que este género utiliza trozos de hojas tanto para su alimentación así como para construir sus refugios transportables (Oliveira & Nessimian, 2010). Así mismo, se resalta la alta contribución del género *Metrichia* en el microhábitat de musgo adherido a las rocas, debido a que este microhábitat garantizaría un sustrato ideal de fijación así como la deposición de material orgánico fino o grueso, lo cual sería aprovechado por los individuos de este género para su alimentación diaria (Galdean *et al.*, 2001), concordando con lo encontrado por Maurer & Brusven (1983), en que los individuos de *Metrichia* presentan una marcada preferencia por los briofitos; y, por lo señalado por Huamantínco & Ortíz (2010) que encontraron abundantes larvas de *Metrichia* en zonas de rápidos tanto en piedras como musgos, pero con una marcada preferencia por éste último sustrato donde suelen anclar sus estuches pupales.

Entre los coleópteros reportados en este estudio el género *Heterelmis* presentó un alto porcentaje de contribución dentro de la comunidad, donde este género no sólo es el más abundante dentro de la familia Elmidae (Passos *et al.*, 2003); sino de toda la comunidad de éste orden tal y como lo encontrado por Arias-Días *et al.* (2007). Probablemente debido a su gran capacidad de colonizar diversos microhábitats, además de las adaptaciones morfológicas que presentan estos coleópteros hacen que puedan tolerar diferentes situaciones de estrés ambiental; así como, poseer más de un grupo funcional de alimentación que les permite explotar diversos microhábitats de manera eficaz (Arias-Días *et al.*, 2007), tal y como lo observado en la quebrada Pichita

donde se encontró a éste género habitando en los cuatro microhábitats evaluados pero preferentemente en los de porte orgánico como hoja retenida en la corriente y musgo adherido a rocas.

Sin embargo se resalta que la mayoría de los insectos acuáticos pueden ser encontrados habitando más de un tipo de sustrato, siendo apenas algunos grupos restringidos a un sustrato específico (Sanseverino *et al.*, 1998), donde el tipo y el tamaño del sustrato poseen gran importancia en la distribución de los invertebrados bentónicos (Cummins & Lauff, 1969; Minshall, 1984).

Finalmente, esta tesis se constituye como el primer estudio ecológico de la fauna de EPTC en un Bosque Montano de la Selva Central del Perú, donde la mayor proporción de EPTC se encontró asociada a hoja retenida en la corriente, lo cual está relacionado a la capacidad de estos sustratos para retener la mayor parte de la materia orgánica disponible dentro de una corriente, proporcionando refugio y abundante alimento. A su vez, el monitoreo intensivo realizado durante seis campañas de colecta robustecen y enriquecen la información, donde a nivel espacial los análisis estadísticos no paramétricos de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia y estructura comunitaria (diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou) y el análisis de Similitud (ANOSIM) junto con el análisis no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas a nivel de microhábitats; a su vez a nivel temporal, las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia y diversidad Shannon-Wiener mostraron diferencias significativas a través de los meses evaluados pero no se observaron diferencias significativas en la equidad de Pielou y en los análisis de Similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS); donde el factor espacial fue más fuerte que el factor temporal para determinar la estructura de la comunidad. El análisis de Similitud Porcentual (SIMPER) permitió identificar los taxa que más influyeron en la estructura comunitaria. La correlación no paramétrica de

Spearman entre los factores bióticos y abióticos encontró correlaciones negativas, aunque a pesar de que algunas de éstas no fueran significativas, permitió explicar que los factores ambientales como la velocidad de la corriente y el caudal podrían regular la distribución y diversidad de las especies dentro del ecosistema estudiado.

8. CONCLUSIONES

Se calificó a la quebrada Pichita como de referencia y de integridad excelente según los protocolos CERA y RCE.

Los parámetros fisicoquímicos mostraron correlaciones negativas de la riqueza y abundancia versus velocidad de la corriente y caudal, lo que se explicaría por el arrastre y desalojo de los organismos durante los meses de mayor precipitación.

En el presente estudio se analizaron 7825 individuos, identificándose 51 géneros de EPTC, agrupados en 3 familias de Ephemeroptera (7 especies), 1 familia de Plecoptera (1 especie), 13 familias del orden Trichoptera (15 especies) y 10 familias del orden Coleoptera (28 especies); siendo los primeros registros de insectos acuáticos en la quebrada Pichita.

Las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para la riqueza, abundancia y estructura comunitaria (diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou) determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a nivel espacial y temporal (a excepción de la equidad); en tanto que el análisis de similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de escalamiento multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas a nivel espacial pero no a nivel temporal.

La variación espacial en la quebrada Pichita estuvo relacionada a la heterogeneidad del hábitat, es decir la comunidad de EPTC estaría más influenciada por aspectos ecológicos como la disponibilidad de diversos microhábitats.

La variación temporal en la quebrada Pichita se explicó principalmente por la hidrología del ecosistema, donde el factor espacial predominó sobre el temporal para determinar la estructura de la comunidad de EPTC.

El análisis de Similitud Porcentual (SIMPER), permitió identificar las especies que más influyen en la estructura comunitaria de EPTC de acuerdo a su porcentaje de contribución, destacando para Ephemeroptera *Farrodes*, *Baetodes*, para Plecoptera *Anacroneuria*, para Trichoptera *Phylloicus* y para Coleoptera *Heterelmis*.

El estudio comprueba la hipótesis planteada, porque los cambios observados en la estructura comunitaria de EPTC en la quebrada Pichita son resultado de la variabilidad espacial y temporal.

La diversidad biótica de EPTC encontrada en la quebrada Pichita enriquece el conocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de un Bosque Montano de nuestro país, constituyendo una herramienta importante para programas de biomonitoreo a demás de enfatizar la importancia del manejo y conservación de cabeceras de cuenca.

9. RECOMENDACIONES

Continuar realizando estudios taxonómicos y ecológicos en ambientes prístinos y con estrés ambiental, para poder identificar ecosistemas acuáticos de referencia para las diversas zonas de vida en el país; así como, comprender la dinámica de las poblaciones a lo largo del tiempo y del espacio.

Promover y sensibilizar a las comunidades aledañas, que subsisten de manera directa del recurso acuático de su zona, sobre el cuidado y protección de las quebradas que los rodean.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, R. 2001. Patrones de Diversidad Espacio-Temporal de insectos acuáticos y caracterización Limnológica en la Qda. Canton, Tributaria del Río Rímac (Huarochirí, Lima).

Acosta, R. 2009. Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas. Departament d'Ecologia. Programa de Doctorado en Ecología Fundamental y Aplicada. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, España. 153 pp.

Acosta, R.; B. Ríos; M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (C.E.R.A.) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*. Vol. 28, 1, p. 35-64

Albariño, R.J. & Balseiro, E. 1998. Larval size and leaf conditioning in the breakdown of *Nothofagus pumilio* leaves by *Klapopteryx kuscheli* (Insecta: Plecoptera) in South Andean stream. *International Review of Hydrobiology* 83(5-6): 397-404.

Allan, J. D. & Castillo, M.M. 2007. Stream ecology; Structure and Function of Running Waters. 2nd ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Xiv+436p.

Anderson, N. H. & J. R. Sedell. 1979. Detritus Processing by Macroinvertebrates in Stream Ecosystems. *Annual Review of Entomology* 24:351-377.

Anderson, E. P., Encalada, A. C., Maldonado-Ocampo, J. A., McClain, M. E., Ortega, H., & Wilcox, B. P. 2011. Environmental Flows: a Concept for Addressing Effects of River Alterations and Climate Change in the Andes. En: S. K. Herzog, R. Martínez, P. M. Jørgensen, & H. Tiessen (Eds.), *Climate Change and Biodiversity in the Tropical*

Andes, Vol. 326-338 pp. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).

Antón, D. y Reynel, C. (Eds.). 2004. Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 323 pp.

Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M.C. & Torres, P.L.M. 2009. Coleoptera. In: Domínguez, E. & Fernández, H.R. (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Lillo, Tucumán, Argentina, pp. 411-464.

Arias-Díaz D.M., G. Reinoso-Flórez, G. Guevara-Cardona & F. A. Villa-Navarro. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia* 29(1): 177-194.

Baptista, DF., Dorvillé, LFM., Buss, DF., Nessimian, JL. & Soares, LHJ. 1998. Distribuição de comunidade de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In NESSIMIAN, JL. & CARVALHO, AI., eds. *Ecologia de Insetos Aquáticos, Series Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro. vol. 5: *Insetos Aquáticos*, p. 191-207.

Barber-James, H.M.; Gattolliat, J.L.; Sartori, M., & Hubbard, M.D. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:339-350.

Benetti, C.J. & Fiorentin G.L. 2003. Bionomia e ecología de coleópteros acuáticos com enfase em Hydradephaga. *Acta biológica Leopoldensia*, 25(2), 153-164.

Benke, A.C. & J.B. Wallace. 1980. Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. *Ecology* 6: 108-118.

Benson, L. J., & R. G. Pearson. 1987. The role of drift and effect of season on macroinvertebrate colonization of implanted substrata in a tropical Australian stream. *Freshwater Biology* 18:109-116.

Beutel, R. G. & A. B. Leschen (Eds.). 2005. Coleoptera, Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). *Handbuch der Zoologie Volume IV Arthropoda: Insecta, Part 38*. De Gruyter, Berlin, 567 pp.

Bispo, P. C., L. G. Oliveira, V. L. Crisci, & M. M. Silva. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. 13, 2, p.1-9.

Blanco, A. 2005. The impact of solid and liquid wastes from a rural town on the Chorobamba river, Oxapampa, peruvian amazon. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of science in environmental studies.

Bournaud, M., P. Richoux & P. Usseglio-Polatera. 1992. An approach to the synthesis of qualitative ecological information from aquatic Coleoptera communities. *Reg. Rivers: Res. and Management* 7: 165-180.

Bowles, D. E., C.B. Barr & R. Stanford. 2003. Habitat and phenology of the endangered riffle beetle *Heterelmis comalensis* and a coexisting species, *Microcyloopus pusillus*, (Coleoptera: Elmidae) at Comal Springs, Texas, USA. *Arch. Hydrobiol.* 156: 361-183.

Brack, A. 1986. Ecología de un país complejo, pp. 175-319. En: *Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre. Volumen II*. Manfer- Juan Mejia Baca, Barcelona, España.

Brittain, J.E. 1982. Biology of Mayflies. *Annu. Rev. Entomol.* 27:119-147.

Brower, J. E. & J.H. Zar. 1984. Field and laboratory methods for General Ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.

Brown, H.P. 1987. Biology of riffle beetles. *Annual Review of Entomology*, Stanford, 32:253-273.

Buss, D.F., D.F. Baptista, J.L. Nessimian & M. Egler. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in Neotropical streams. *Hydrobiologia*. Vol. 518, p. 179-188.

Buss, D.F. & Salles, F.F. 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin. *Environ. Monit. Assess.* 130:365-372.

Buytaert, W., Celleri, R., Debievre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1-2): 53-72.

Castellanos, P. M. & C. Serrato. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Saturbán, Norte de Santander. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 32 (122): 79-86. ISSN 0370-3908.

Clarke, K. R. & R. N. Gorley. 2005. *PRIMER v.6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E Ltda., Plymouth, UK.

Correa F., R. Rivera, J. Urrutia, P. De Los Ríos, A. Conteras & F. Encina. 2010. Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile. *Limnetica*. 29(2): 183-194.

Costa, S.S. & Melo, A.S. 2008. Beta diversity in stream macroinvertebrate assemblages: among-site and among-microhabitat components. *Hydrobiologia*, vol. 598, p. 131-138.

- Covich, A. 1988. Geographical and historical comparison of Neotropical stream: biotic diversity and detrital processing in highly variable habitat. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7(4):361-386.
- Crisci-Bispo, V.L., Bispo, P.C., & Froehlich, C.G. 2007. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. Vol. 24, n° 2, p. 312-318.
- Culp, J. & Davies, R. 1985. Responses of benthic macroinvertebrate species to manipulation of interstitial detritus in Carnation Creek, British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 42, p. 139-146.
- Cummins, K. W. & M. J. Klug, 1979. Feeding ecology of stream invertebrates, *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 10: 147-172.
- Cummins, K.W. & Lauff, G. F. 1969. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. *Hydrobiologia*, Dordrecht, 34:145-181.
- Cummins, K. W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology* 18: 183–206. doi: 10.1146/annurev.en.18.010173.001151
- Cuppen, J.G.M. 1993. Distribution and ecology of *Hydraena* Kugelann in the Netherlands (Coleoptera: Hydraenidae). *Tijds. Entomol.*, 136: 1-10.
- Davis, J. C., G. W. Minshall, C. T. Robinson & P. Landres. 2001. Monitoring wilderness stream ecosystems. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-70. Ogden, UT: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 137 p.
- Death R. 2000. Invertebrate-substratum relationships. In: Collier KJ, Winterbourn MJ (eds) *New Zealand Stream Invertebrates: Ecology and Implications for Management*. New Zealand Limnological Society, Christchurch, pp 157–178.

Domínguez, E. & Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina.

Domínguez, E., Molineri, C. & Nieto, C. 2009. Ephemeroptera. In: Domínguez, E. & Fernández, H.R. (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Lillo, Tucumán, Argentina, pp. 55-93.

Domínguez, E.; Molineri, C.; Pescador, M.L.; Hubbard, M.; & Nieto, C. 2006. Ephemeroptera of South America. Moscow. Pensoft. v.2, p.1-646.

Domínguez, E.; Hubbard, M.D.; Pescador, M.L. y Molineri, C. 2001. Capítulo 1 Ephemeroptera. pp.17-15. En: Fernández, H.R. & Domínguez, E. (eds.). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Tucumán, Argentina. 282 pp.

Downes B.J., Lake P.S., Schreiber E.S.G., Glaister A. 1998. Habitat structure and the regulation of local species diversity in a stony, upland stream. *Ecological Monographs* 68:237–257

Encalada A. C. 2010. Funciones ecosistémicas y diversidad de los ríos reflexiones sobre el concepto de caudal ecológico y su aplicación en el Ecuador. *Polémika* 2 (3): 40:47.

Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality of southern Chile rivers. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 275-285.

Flint, O.S., Jr., Holzenthal, R.W. & Harris, S.C. 1999. Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio. IV + 239p.

Flowers, R.W. & De la Rosa, C. 2010. Ephemeroptera. Rev. biol. trop vol.58 suppl.4

Fossati, O., J. G. Wasson, C. Hery, G. Salinas & R. Marin. 2001. Impact of sediment releases on water chemistry and macroinvertebrate communities in clear water Andean streams (Bolivia). Arch. Hydrobiol. 151(1): 33-50.

Froehlich, C.G. 2009. Plecoptera. In: Domínguez, E. & Fernández, H.R. (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Lillo, Tucumán, Argentina, pp. 146-165.

Galdean, N., Callisto, M. & Barbosa, F.A.R. 2001. Biodiversity assesment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra Do Cipó (MG, Brazil). Revista Brasileira de Biología. vol. 61, nº 2, p. 239-248.

García-Alzate, C. A., César Román-Valencia, James A. Vanegas-Ríos & Dahiana K. Arcila-Mesa. 2007. Análisis Físicoquímico y Biológico Comparado en Dos Quebradas de Alta Montaña Neotropical. Investigaciones No. 17 - Universidad del Quindío 57.Revista de Investigaciones No. 17 - Universidad del Quindío p p 57- 80 Armenia. ISSN 1794-631 X

García-Criado, F. & Fernández-Alaez M. 1995. Aquatic Coleoptera (Hydraenidae and Elmidae) as indicators of the chemical characteristics of water in the Orbigo River basin (N-W Spain). Ann. Limnol. 31(3): 185-199.

García-Criado, F. & M. Fernández-Alaez. 2001. Hydraenidae and Elmidae assemblages (Coleoptera) from a Spanish river basin: good indicators of coal mining pollution? Arch. Hydrobiol. 150(4): 641-660.

García-Criado, F., Fernández-Aláez C. & Fernández-Aláez M. 1999. Environmental variables influencing the distribuíon of Hydraenidae and Elmidae assemblages

(Coleóptera) in a moderately-polluted river basin in north-western Spain. *Eur. J. Entomol*, 96: 37-44.

Golterman, H.L. 1975. Chemistry. En: Whitton, B. A. (ed). *River ecology*. University of California Press, Berkeley, CA, p. 39-80.

Graça, M. A. S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams- A review. *International Review of Hydrobiology* 86:383-393.

Graça, M. A. S., R. C. F. Ferreira, & C. N. Coimbra. 2001. Litter processing along a stream gradient: the role of invertebrates and decomposers. *Journal of the North American Benthological Society* 20:408-420.

Guevara, C. 2013. Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera. Madre de Dios-Perú. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Guevara, G., Reinoso, G. & F. Villa. 2005. Estudio del orden trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Coello departamento del Tolima. *Rev. Asoc. Col. Ciencias Biol. (Col.)*, 17:59-70.

Gutiérrez, J.D. 2006. Caracterización del metabolismo y de la oferta de recursos de materia orgánica para la fauna de macroinvertebrados bentónicos en una quebrada de montaña de orden menor. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá,D.C.

Hart D.D. & Finelli C.M. 1999. Physical-biological coupling in streams: the pervasive effects of flow on benthic organisms. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30:363–395

Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. University of Toronto Press. 555 p.

Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), San José. 216p.

Holzenthal, R.W., R. J. Blahnik, A.L. Prather & K.M. Kjer. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), caddisflies, p. 639-698. In Z.-Q. Zhang & W.A. Shear (eds.) Linnaeus Tercentenary: progress in Invertebrate Taxonomy. Zootaxa 1668.

Huamantínco A.A. & Nessimian J.L. 1999. Estrutura e distribuição espacial da comunidade de larvas de Trichoptera (insecta) em um tributário de primeira ordem do rio Paquequer, Teresópolis, RJ. Acta Limnologica Brasiliensia. 11(2):1-16.

Huamantínco, A. A. & Nessimian, J. L. 2000. Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) Larvae community in a first order tributary of the Paquequer river, southeastern Brasil. Rev. Bras. Biol., 60:73-82.

Huamantínco, A. A. & Ortíz, W. 2010. Clave de géneros de larvas de Trichoptera (Insecta) de la Vertiente Occidental de los Andes, Lima, Perú. Rev. peru. biol. 17(1): 075- 080.

Hutchinson, G. E. 1993. A Treatise on Limnology. Vol. 4. The Zoobenthos. New York: John Wiley & Sons. Frost TM, Carpenter SR, Ives AR, Kratz TK. 1995. Species compensation and complementarity in ecosystem function. Pag: 224- 239 in Jones CG, Lawton JH, eds. Linking Species & Ecosystem. New York: Chapman and Hall.

IGN. 1989. Atlas del Perú. Ministerio de Defensa, Instituto Geográfico Nacional. Proyecto Atlas del Perú. Lima, 1989.

INRENA. 1995. Mapa ecológico del Perú. Mapa y Guía explicativa (Actualización del mismo elaborado por ONERN, 1976). Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima. 220 pp.

Jacobsen, D. & Encalada, A., 1998. The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. *Archiv Fur Hydrobiologie*, Stuttgart, 142(1):553-570.

Jacobsen, D. 2003. Altitudinal changes in diversity of macroinvertebrates from small streams in the Ecuadorian Andes. *Archiv Fur Hydrobiologie* 158:145-167.

Jacobsen, D. 2008. Tropical High-Altitude Streams, pp: 219-256. En Dudgeon, D. (ed.), *Tropical Stream Ecology*. San Diego: Academic Press. 219pp

Kikuchi, R.M. & Uieda, V.S. 1998. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: Nessimian, J.L. & Carvalho, A.L. (eds.) *Ecologia de insetos aquáticos*. PPGE, UFRJ, Rio de Janeiro. p.157-173.

Lawrence, J. F. & A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names), pp. 779-1006. En: J. Pakaluk and S.A. Slipinski (Eds.): *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera, Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.

Lenat, D.R. 1988. Water quality assessment using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *J.N. Am. Benthological Soc.* 7: 222-233.

Machado, T. 1989. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Universidad de

Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Medellín.

Mackay, R.J., Kalff J. 1969. Seasonal variation in standing crop and species diversity of insect communities in a small Quebec stream. *Ecology* 50:101–109

Mackay, R.J. & G.B. Wiggins. 1979. Ecological diversity in Trichoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 24: 185-208.

Manzo, V. & Archangelsky, M. 2008. A key to the known larvae of South American Elmidae.

Manzo, V. 2005. Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, December; 40(3): 201-208.

Matthaei, C.D., D. Werthmuller & A. Frutiger. 1998. An update on the reliable quantification of stream drift. *Archiv. Fur Hydrobiologie* 143:1-19.

Maurer, M. A. & Brusven, M. A. 1983. Insect abundance and colonization rate in *Fontinalis neo-mexicana* (Bryophyta) in an Idaho Batholith stream, USA. *Hydrobiologia*. vol. 98, p. 9-15.

McCafferty, W. P. 1983. *Aquatic entomology: the fisherman's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*, Jones and Bartlett Publishers, 448 pp.

Merritt, R. W.; K. W. Cummins & Berg, M.B. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Fourth edition. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 2008. 1158 pp.

Mesa, M.L.; H.R. Fernández & M.V. Manzo. 2009. Seasonal patterns of benthic arthropods in a subtropical Andean basin. *Limnologica*. Vol. 39, 2, p. 152-162.

Mesa, L. 2010. Effect of spates and land use on macroinvertebrate community in Neotropical Andean streams. *Hydrobiologia*. Vol 641, 1, p. 85-95.

Meyer, J., Kaplan, L., Newbold, D., Strayer, D., Woltemade, C., Zedler, J., Beilfuss, R., Carpenter, Q., Semlitsch, R., Watzin, M., & Zedler, P. 2003. Where rivers are born: The Scientific Imperative for Defending Small Streams and Wetlands. Washington, D.C. Sierra Club and American Rivers. 26 pp.

Minshall, G. W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships. In V. H. Resh and D. M. Rosenberg (eds.), *The ecology of aquatic insects*. New York: Praeger Publishers: 358-400.

Miserendino, M. L. & M. Archangelsky. 2006. Aquatic Coleoptera distribution and environmental relationships in a large Patagonian river. *Int. Rev. Hydrobiol.* 91 (5): 423-437.

Molina, C., Gibon, F., Pinto, J. & Rosales, C. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera real, bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada*, vol. 7(1,2).

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.

Morse, J.C. (ed.) 2011. Trichoptera World Checklist. <http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/index.htm> [Acessado em 22/02/2011.]

Moya, N.; F. M. Gibon; T. Oberdorff. 2009. Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos intermitentes y permanentes del altiplano

boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático. *Ecol. Apl*, vol.8, no.1-2, p.105-114.

Mulholland, P. Houser, J. & Maloney, K. 2005. Stream diurnal dissolved oxygen profiles as indicators of in-stream metabolism and disturbance effects: Fort Benning as a case study. *Ecological Indicators* 5: 243–252

Musso, J.J., G. Prevot, P. Legier & C. Playoust. 1991. Contribution a la connaissance des cours d'eaux mediterraneens de basse altitude: le reseau hydrographique de l'Arc (Bouches-du-Rhone). Etat des peuplements en référence aux perturbations anthropiques. *Ann. Limnol.*, 27 (1): 75-85.

Oliveira, L. G.; Bispo, P.C. & Sa, N. C. 1997. Ecologia da comunidades do insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14(4): 867-876.

Oliveira, A.L.H. & Nessimian, J.L. 2010. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 22:424-441. <http://dx.doi.org/10.4322/actalb.2011.007>

ONERN. 1976. Mapa ecológico del Perú y guía explicativa. República del Perú. Oficina Nacional de evaluación de recursos naturales. Lima-Perú. 146 pp.

Ortiz, W.L. 2012. Distribución Espacio-Temporal de la comunidad de Trichoptera (Insecta) en tributarios de pequeño orden del río Rímac, Huarochiri, Lima. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ottoboni, M., Valente, F., Fonseca, A. 2011. Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) larvae in the state of São Paulo, Brazil: Identification key, new records and distribution. ZooKeys 151: 53–74 (2011) doi: 10.3897/zookeys.151.1879

Ozcoz, J., Campos, F. & Encalada, M. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. Limnética. Vol. 25, p. 683-692.

Pardo, I., M. Alvarez, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez-Cuellar, G. Moya, N. Prat, N. Robles, M. Toro & M. R. Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnética, 21(3-4): 115-134.

Passos, M. I. S., Nessimian, J. L., Dorvillé, L. F. M. 2003. Distribuição espaço-temporal da comunidade de elmidae (Coleoptera) em um rio na floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. Boletim do Museu Nacional. Nova série Rio de Janeiro – Brasil. Zoologia N° 509.

Passos, M.I.S, Nessimian J.L., Ferreira-Jr N. 2007. Chaves para Identificação dos Gêneros de Elmidae (Coleoptera) Ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. Review Brasileira de Entomologia 51 (1): 42–53. doi: 10.1590/S0085-56262007000100008

Pereira, D. & De Luca, J. 2003. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Martá Creek basin of (Rio Grande do Sul State, Brazil). Acta Limnológica Brasiliense. Vol. 15, n° 2, p. 57-68

Pescador, M. L.; M. D. Hubbard & M. C. Zuñiga. 2001. The Status of the Taxonomy of the Mayfly (Ephemeroptera) Fauna of South America, pp. 37-42. En: E. Domínguez (Ed.) Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.

Petersen, R. 1992. The RCE: a riparian, channel, and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology*. Vol. 27, p. 295-306.

Pickett, S. T. A., and P. S. White. 1985. Patch Dynamics a Synthesis. Pages 371-384 in Pickett, S. T. A. And P. S. White (Ed.). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Xv+472p. Academic Press, Inc., Publishers: Orlando, Fla., USA; London, England. Illus. Maps.

Polegatto C.M., 1998. Morfologia Funcional do Aparelho Bucal de Ninfas de *Farrodes* sp. (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, xx+112.

Rabeni, C. F. & G. W. Minshall. 1977. Factors affecting micro-distribution of stream benthic insects. *Oikos* 29: 33-43.

Ramírez, A., Paaby, P., Pringle, C. & Aguero, G. 1998. Effect of habitat type on benthic macroinvertebrates in two lowland tropical streams, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46. Supl. 6: 201-213.

Resh, V.H. & D.M. Rosenberg (eds.). 1984. *The ecology of aquatic insects*. Praeger, Nueva York, EEUU.

Reynel, C. 2012. Flora y Fauna del Bosque Montano nublado Puyu Sacha. Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible (APRODES).

Reynel, C. & León, J. 1989. Especies forestales de los bosques secundarios de Chanchamayo. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Facultad de Ciencias Forestales – Proyecto de Utilización de Bosques Secundarios en el Trópico Húmedo Peruano. Lima. 173 pp.

Ribera, I. & G.N. Foster, 1992. Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleóptera). *Elytron*, 6: 61-75.

Rodríguez, J., Ospina, R., Gutiérrez, J., Ovalle, H. 2007. Densidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos derivantes en una quebrada tropical de montaña (Bogotá, Colombia). *Caldasia* 29(2): 397-412.

Rojas, A.M. & M.L. Baena. 1993. *Anacroneuria farallonensis* (Plecoptera: Perlidae) una nueva especie para Colombia. *Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle* 1(1):23-28.

Roldán, G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 1º edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología U de A. 529 pp. Medellín, Colombia.

Roldán P., G. 1996. *Guía para el estudio de los macro-invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía*. FEN-Colombia, COLCIENCIAS - Universidad de Antioquia, Medellín. 217 pp.

Roldán P., G. 2012. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá, Colombia.

Román-Valencia, C. & Ruiz R. I. 2005. Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Rio Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)* 8: 9-17.

Romero, V. F. 2001. Capítulo Plecoptera. En: "Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. H.R. Fernández e E. Domínguez, Eds. Pp.93-109.

Rosenberg, D.M. & V.H. Resh. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 1993, 488 p.

Salles F.F., 2006. *A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, x+300.

Sanseverino, A.M.; Nessimian, J.L. & Oliveira, A.L.H., 1998. A fauna de Chironomidae (Diptera) em diferentes biótipos aquáticos na Serra do Subaio (Teresópolis). In: Nessimian, J.L. & Carvalho, A.L. (Eds.) Ecologia de Insetos Aquáticos. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. v.5, p.253-263. (Series Oecologia Brasiliensis).

Salcedo, S. & Trama, FA. 2014. Manual de identificación de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca San Alberto, Provincia de Oxapampa, Perú. Rizo Patrón, F.L. Ed. Chanchamayo, Perú. 116 pp.

Sarriquet, P., Bordenave, P. & Marmonier, P. 2007. Effects of bottom sediment restoration on interstitial habitat characteristics and benthic macroinvertebrate assemblages in a headwater stream. River research and applications. Vol. 23, p. 815-828.

Savage, H.M. 1987. Biogeographic Classification of the Neotropical Leptophlebiidae (Ephemeroptera) based upon Geological Centers of Ancestral Origin and Ecology. Stud. Neotrop. Fauna E. 22(4):199-222.

Scarsbrook, M. R. & Townsend, C.R. 1993. Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: a habitat template study of two contrasting New Zealand Streams. Freshwater Biology 29:395-410

Shimano, Y. 2012. Ephemeroptera (insecta) do leste Matogrossense, brasil: diversidade, distribuição funcional e estudos ecológicos da teoria neutra e teoria de nicho. Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e conservação da biodiversidade, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Siccama, T. G., F. H. Bormann, & G. E. Likens. 1970. The Hubbard Brook Ecosystem Study: Productivity, Nutrients, and Phytosociology of the Herbaceous Layer. Ecological Monographs 40:389-402.

Spangler, P.J. 1981. Coleoptera. In: Hurlbert, S.H., Rodríguez, G. & Santos N. D. (Eds.): Aquatic Biota of Tropical South America, Part 1, Arthropoda. San Diego State University, California, pp. 129-220.

Springer, M. 2010. Trichoptera. Rev. biol. trop vol.58 suppl.4

Stark, B.P. & M. Del C. Zúñiga. 2003. The *Anacroneuria guambiana* complex of South America (Plecoptera: Perlidae). pp. 229- 237. In: E. Gaino (ed.). Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera, Università di Perugia.

Stark, B.P., M. Del C. Zúñiga, A.M. Rojas & M.L. Baena. 1999. Colombian *Anacroneuria*: descriptions of new and old species (Insecta, Plecoptera, Perlidae). Spixiana 22 (1): 13-46.

Steinman A.D., Boston H.L. 1993. The ecological role of aquatic macrophytes in a woodland stream. Journal of the North American Benthological Society 12:17–26

Stewart, K.W. & B.P. Stark. 2002. Perlidae-The Stones. pp. 320-323. In: K. W. Stewart & B. P. Stark. Nymphs of North American Stonefly Genera (Plecoptera). Second Edition. The Caddis Press. Columbus, Ohio.

Strahler, A. 1957. Quantitative analysis of Watershed Geomorphology. Vol 38. N 6.

Tamaris-Turizo, C., Turizo-Correa, R.R. & Zúñiga, M. Del C. 2007. Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (insecta: plecoptera: perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). Caldasia 29(2):375-385.

Turcotte, P., Harper, P. P. 1982. The macroinvertebrate fauna of a small Andean stream, South America. Freshwater Bioi. 12(5):41 1-20

Urrego, A. & Ramírez J. 2000. Cambios diurnos de variables físicas y químicas en la zona de ritral del río Medellín. *Caldasia* 22(1): 127-141.

USEPA. 1997. Volunteer stream monitoring: a methods manual. EPA 841-B-97-003. Office of water, 4503F, Washington, DC 20460.

Valcarcel, D. 2011. Evaluación de la degradación de ecosistemas dulceacuícolas en la cuenca baja del río Uctubamba (Amazonas - Perú) mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Villamarín, C. 2008. Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. Tesis Doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.

Von Ellenrieder, N. 2007. Composition and structure of aquatic insect assemblages of Yungas mountain cloud forest streams in NW Argentina. *ISSN 0373-5680 Rev. Soc. Entomol. Argent.* 66 (3-4): 57-76.

Wallace, J.B. & Anderson, N.H., 1996. Habitat, life history, and behavior. In: Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (Eds.) *An introduction to the aquatic insects of North American*. Dubuque: Kedall/Hunt Publishing Company. xii, 862p.

Wallace J.B. & Webster J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review of Entomology*, 41, 115–139.

Wallace, J. B., S. L. Eggert, J. L. Meyer, & J. R. Webster. 1997. Multiple Trophic Levels of a Forest Stream Linked to Terrestrial Litter Inputs. *Science* 277:102-104.

Wantzen, K. M. & G. Rueda-Delgado. 2009. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. En: E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds).

Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Argentina: Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, p.17-40.

Ward, J.V. 1992. Aquatic insects ecology 1: Biology and habitat. Singapore: John Wiley and Sons, Inc. 438 p.

Wentworth, C. K. 1922. "A scale of grade and class terms for clastic sediments", J. Geology V. 30, 377-392.

White, D. S. & W. U. Brigham. 1996. Coleoptera, pp. 399-473. En: R.W. Merritt & K.W.

Cummins (Eds.): An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

Zúñiga, M. Del C. & B.P. Stark. 2002. New species and records of Colombian Anacroneuria (Insecta, Plecoptera, Perlidae). Spixiana 25(3): 209-224.

11. ANEXOS

Anexo 1. Protocolo “RCE”: *RIPARIAN, CHANNEL AND ENVIRONMENT*.

PROTOCOLO “RCE”: *RIPARIAN, CHANNEL AND ENVIRONMENT*

Procedimiento:

Determinar las condiciones de la vegetación ribereña y la zona de canal donde se harán los muestreos de macroinvertebrados bentónicos. Las condiciones locales deben ser evaluadas 100 metros arriba y 100 metros abajo del punto muestreado. La estimación media de las condiciones del trecho del río es realizada a partir de la suma de todos los valores obtenidos en todos los ítems del índice. El valor final debe ser comparado con una tabla de resultados encontrada abajo del último ítem del índice.

1.- Patrón del uso de la tierra más allá de la zona de vegetación ribereña.

- Inalterada, consistiendo de bosque, humedales naturales, pantanos y/o turberas. 30
- Pasto permanente, mezclado con bosque y pantano. 20
- Área de cultivo mezclada con pasto. 10
- Principalmente áreas de cultivo. 01

2.- Ancho de vegetación ribereña desde el río hasta el campo.

- Área de vegetación ribereña con bosque o pantano > 30 m de ancho. 30
- Área de vegetación ribereña con bosque o pantano variando entre 5 y 30 m. 20
- Área de vegetación ribereña con bosque o pantano con 1 a 5 m de ancho. 05
- Área de vegetación ribereña sin bosque o pantano. 01

3.- Integridad de la vegetación ribereña.

- Zona ribereña intacta sin espacios en la vegetación. 30
- Espacios ocurriendo en intervalos mayores a 50 m. 20
- Espacios frecuentes con algunas cicatrices y barrancos a cada 50 m. 05
- Marcado profundamente con barrancos en toda su longitud. 01

4.- Estado de la vegetación ribereña a menos de 10 m de la zona del canal.

- > 90% de la densidad constituida por árboles no pioneros o arbustos, o plantas de pantano nativas. 30
- Especies pioneras mezcladas con árboles maduros. 20
- Mezcla de pasto con algunos árboles pioneros y arbustos. 15
- Vegetación constituida de grama y pocos arbustos. 01

5.- Dispositivos de retención.

- Canal con rocas y troncos viejos firmemente colocados en su lugar. 15
- Rocas y troncos presentes muy cubiertas de sedimento. 10
- Dispositivo de retención suelto, moviéndose con el flujo. 05
- Canal con sedimento arenoso suelto; poca obstrucción en el canal. 01

6.- Estructura del canal.

- Relación ancho/profundidad < 7 15
- Relación ancho/profundidad entre 8 y 15 10
- Relación ancho/profundidad entre 15 y 25 05
- Relación ancho/profundidad > 25 o río canalizado 01

7.- Sedimentos en el canal.

- Poco o ningún ampliación resultante del acumulo de sedimento. 15
- Algunas barreras de grava de piedras gruesas y escombros lavados presentes, poco limo. 10
- Barrera de sedimento de piedras, arena y limo común. 05
- Canal dividido en trenzas o río canalizado. 01

8.- Estructura del barranco del río.

- Barranco estable de roca y suelo, cubierto de grama, arbustos y raíces. 25
- Barranco firme pero pobremente asegurado por grama y arbustos. 15
- Barranco con suelo suelto, capa escasa de grama y arbustos. 05
- Barranco inestable, con suelo suelto o arena fácilmente perturbable. 01

9.- Excavaciones sobre el barranco.

- Poca o ninguna evidencia o restringida a áreas de soporte de raíces. 20
- Excavaciones apenas en las curvas y constricciones. 15
- Excavaciones frecuentes. 05
- Excavaciones severas a lo largo del canal con caídas de barrancos. 01

10.- Apariencia del sustrato de piedra.

- Piedras limpias, redondeadas, sin bordes afilados pudiendo ser un poco oscurecidas. 25
- Piedras redondeadas, con un poco de arena y limo adherido. 15
- Algunas piedras con puntas, cubiertas con arena y limo. 05
- Piedras brillantes y con puntas, cubiertas de arena y limo. 01

11.- Lecho del río.

- Fondo de piedras de varios tamaños agrupadas, con intersticio obvio. 25
- Fondo de piedras fácilmente movibles, con un poco de limo. 15
- Fondo de lomo, cascajo y arena en lugares estables. 05
- Fondo uniforme de limo y arena suelta, sustrato de piedra ausente. 01

12.- Correderas y pozas o meandros.

- Distintos, ocurriendo en intervalos de 5 a 7 veces el ancho del río. 25
- Espaciamiento irregular. 20
- Amplias pozas separando cortas correderas, meandros ausentes. 10
- Meandros y correderas/pozas ausentes o río canalizado. 01

13.- Vegetación acuática.

- Cuando está presente consiste de musgos y parches de algas. 15
- Algas dominantes en las pozas, plantas vasculares a lo largo del margen. 10
- Enmarañados de algas, algunas plantas vasculares y pocos musgos. 05
- Algas enmarañadas en el fondo, plantas vasculares dominan los canales. 01

14.- Peces.

- Peces reófilos presentes, población nativa, en la mayoría de las pozas. 20
- Pocos peces reófilos, dificultades en localizarlos. 15
- Ningún pez reófilo, algunos peces lenticos presentes en las pozas. 10
- Peces ausentes o escasos. 01

15.- Detritus

- Principalmente de hojas y material leñoso sin sedimentos. 25
- Pocas hojas y madera, detritus orgánicos finos floculantes sin sedimento. 10
- Ninguna hoja o madera, materia orgánica bruta y fina con sedimento. 05
- Sedimento fino anaeróbico, ningún detritus bruto. 01

16.- Macrobentos

- | | |
|--|----|
| - Muchas especies presentes en todos los tipos de substrato. | 20 |
| - Muchas especies presentes pero apenas en hábitats bien aireados. | 15 |
| - Pocas especies presentes pero encontradas en la mayoría de los hábitats. | 05 |
| - Poca o ninguna especie y apenas en hábitats bien aireados. | 01 |

Anexo 2. Protocolo de condiciones de referencias para ríos andinos (CERA).



Apartado	Poco	Medio	Mucho
CUENCA			
1.1 Cobertura de especies introducidas (Eucaliptos y Pinos especialmente).	5	3	1
1.2 Porcentaje de cobertura en pastos artificiales.	5	3	1
1.3 Porcentaje de cobertura en usos urbanos.	5	3	1
1.4 Ausencia de vegetación autóctona.	5	3	1
1.5 Explotaciones mineras.	5	3	1
1.6 Explotaciones ganaderas intensivas (intensivas).	5	3	1
HIDROLOGÍA			
2.1 Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar.	5	3	1
2.2 Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes < 10m.	5	3	1
2.3 Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas.	5	3	1
2.4 Derivaciones para usos en agricultura y ganadería.	5	3	1
2.5 Derivaciones para uso en minería.	5	3	1
2.6 Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales).	5	3	1
TRAMO (Incluye ribera y zona inundación)			
3.1 Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...).	5	3	1
3.2 Canalización del río por terraplenes.	5	3	1
3.3 Presencia de cultivos y/o vacas y pasto en la llanura de inundación.	5	3	1
3.4 Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...).	5	3	1
3.5 Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos).	5	3	1
3.6 % Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos).	5	3	1
LECHO			
4.1 Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera....).	5	3	1
4.2 Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)	5	3	1
4.3 Presencia de efluentes directos al río	5	3	1
4.4 Contaminación orgánica evidente	5	3	1
4.5 Contaminación minera evidente	5	3	1
4.6 Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho)	5	3	1

Anexo 3. Índice de hábitat fluvial (IHF) (Adaptado de Pardo *et al.*, 2002).

Bloques			Puntuación
1. Inclusión rápidos			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	✓
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
TOTAL (una categoría)			
2. Frecuencia de rápidos			
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	✓
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			
3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)			
	% Bloques y piedras	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Cantos y gravas	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Arena	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Limo y arcilla	1 - 10%	2
		> 10%	5
TOTAL (sumar categorías)			
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
	somero: < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	✓
	lento: < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
TOTAL (una categoría)			
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
	Sombreado con ventanas	10	✓
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	
TOTAL (una categoría)			
6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)			
	Hojarasca	> 10% ó < 75%	4
		< 10% ó > 75%	2
	Presencia de troncos y ramas		2
	Raíces expuestas		2
	Diques naturales		2
TOTAL (una categoría)			
7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)			
	% Plocon + briófitos	10 - 50%	10
		< 10% ó > 50%	5
		Ausencia absoluta	0
	% Pecton	10 - 50%	10
		< 10% ó > 50%	5
		Ausencia absoluta	0
	% Fanerógamas	10 - 50%	10
		< 10% ó > 50%	5
		Ausencia absoluta	0
TOTAL (sumar categorías)			
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			

Anexo 4. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And).

ÍNDICE QBR-And Calidad de la ribera para Comunidades arbóreas Protocolo CERA



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
Grado de cubierta de la zona de ribera		Puntuación bloque 1	
Puntuación			
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)		✓
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total		✓
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%		
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%		
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%		
Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)		Puntuación bloque 2	
Puntuación			
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %		✓
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %		
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %		
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %		
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %		✓
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %		
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.		
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %		
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad		
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %		
Calidad de la cubierta		Puntuación bloque 3	
Puntuación			
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos		✓
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas		
5	26 a 50% de la cobertura de ribera son especies introducidas		
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas		
+ 10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.		✓
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas		
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas		
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas		
Grado de naturalidad del canal fluvial		Puntuación bloque 4	
Puntuación			
25	el canal del río no ha estado modificado		✓
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		
0	río canalizado en la totalidad del tramo		
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río		
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado		
Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)			

Anexo 5. Distribución espacial de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Orden/Familia	Géneros	Piedra	Grava	Musgo	Hoja	TOTAL
EPHEMEROPTERA						
Leptophlebiidae	<i>Atopophlebia</i>	0	1	0	0	1
	<i>Farrodes</i>	144	303	70	293	810
	<i>Thraulodes</i>	15	48	1	2	66
Baetidae	<i>Baetodes</i>	188	61	69	10	328
	<i>Mayobaetis</i>	71	50	68	109	298
Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i>	18	39	1	13	71
	<i>Leptohyphes</i>	9	4	9	22	44
PLECOPTERA						
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	97	242	60	278	677
TRICHOPTERA						
Atriplectididae	<i>Neoatriplectides</i>	0	1	0	0	1
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	0	10	9	12	31
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	39	83	24	637	783
Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	177	28	12	4	221
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	124	109	32	22	287
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	9	12	20	4	45
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	143	195	45	154	537
	<i>Smicridea</i>	27	6	157	17	207
	<i>Metrichia</i>	55	2	420	5	482
Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	0	1	9	0	10
	<i>Nectopsyche</i>	2	8	49	243	302
Leptoceridae	<i>Marilia</i>	11	62	3	17	93
Odontoceridae	<i>Chimarra</i>	4	4	6	8	22
Philopotamidae	<i>Polycentropus</i>	1	2	0	1	4
Polycentropodidae	<i>Xiphocentron</i>	2	0	2	0	4
COLEOPTERA						
Elmidae	<i>Austrolimnius</i>	7	78	6	3	94
	<i>Cylloepus</i>	41	118	26	85	270
	<i>Elmidae_01</i>	5	0	16	1	22
	<i>Elmidae_02</i>	6	0	78	1	85
	<i>Heterelmis</i>	23	41	188	223	475
	<i>Hexanchorus</i>	0	0	2	0	2
	<i>Huleechius</i>	6	74	3	12	95
	<i>Macrelmis</i>	1	2	1	4	8
	<i>Neoelmis</i>	38	146	9	36	229
	<i>Onychelmis</i>	2	0	11	1	14
	<i>Pseudodisersus</i>	1	12	3	21	37
	<i>Curculionidae_01</i>	0	2	0	3	5
	<i>Lampyridae_01</i>	0	1	3	1	5
	<i>Lampyridae_02</i>	0	0	0	1	1
	<i>Lampyridae_03</i>	0	0	0	7	7
	<i>Lampyridae_04</i>	0	0	0	1	1
Curculionidae						
Lampyridae						

Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	42	12	30	170	254
Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	1	2	1	33	37
Hydrophilidae	<i>Dactylosternum</i>	1	0	0	11	12
	<i>Oocyclus</i>	4	0	5	14	23
Psephenidae	<i>Pheneps</i>	31	83	10	11	135
Ptilodactylidae	<i>Anchyteis</i>	13	4	28	71	116
	<i>Anchytarsus</i>	19	248	1	10	278
Scirtidae	<i>Cyphon</i>	4	4	33	178	219
Staphilinidae	<i>Ambodina</i>	1	0	0	1	2
	<i>Oxytelus</i>	0	0	0	5	5
	<i>Paracyusa</i>	0	0	5	0	5
	<i>Philonthus</i>	2	0	32	31	65
ESPECIES		39	36	41	45	51
ABUNDANCIA TOTAL		1384	2098	1557	2786	7825

Anexo 6. Distribución temporal de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera en la Qda. Pichita (Chanchamayo-Perú). Marzo 2013-Enero 2014.

Orden/Familia	Géneros	Mar	May	Jul	Set	Nov	Ene	TOTAL
EPHEMEROPTERA								
Leptophlebiidae	<i>Atopophlebia</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Farrodes</i>	16	39	200	314	152	89	810
	<i>Thraulodes</i>	0	3	16	24	11	12	66
Baetidae	<i>Baetodes</i>	21	45	68	61	74	59	328
	<i>Mayobaetis</i>	20	67	81	82	18	30	298
Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i>	15	7	41	0	0	8	71
	<i>Leptohyphes</i>	0	9	21	0	0	14	44
PLECOPTERA								
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	95	116	127	163	95	81	677
TRICHOPTERA								
Atriplectididae	<i>Neotriplectides</i>	0	0	0	1	0	0	1
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	16	3	0	4	4	4	31
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	88	113	111	356	36	79	783
Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	4	6	126	48	6	31	221
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	1	3	110	120	24	29	287
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	2	8	12	18	3	2	45
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	83	35	152	125	122	20	537
	<i>Smicridea</i>	10	25	88	78	1	5	207
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	73	116	31	162	64	36	482
	<i>Neotrichia</i>	1	8	0	0	1	0	10
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	159	25	24	61	7	26	302
Odontoceridae	<i>Marilia</i>	10	4	10	29	26	14	93
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	1	4	3	6	2	6	22
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	0	0	0	3	1	0	4
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0	1	0	0	2	1	4
COLEOPTERA								
Elmidae	<i>Austrolimnius</i>	4	4	16	28	29	13	94
	<i>Cylloepus</i>	44	7	28	62	61	68	270
	<i>Elmidae_01</i>	5	4	2	7	4	0	22
	<i>Elmidae_02</i>	0	29	23	31	2	0	85
	<i>Heterelmis</i>	101	94	60	156	29	35	475
	<i>Hexanchorus</i>	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Huleechius</i>	2	5	10	32	39	7	95
	<i>Macrelmis</i>	1	0	1	4	1	1	8
	<i>Neoelmis</i>	9	16	51	49	71	33	229
	<i>Onychelmis</i>	2	3	6	1	2	0	14
	<i>Pseudodisersus</i>	9	6	4	7	4	7	37
Curculionidae	<i>Curculionidae_01</i>	2	0	0	0	3	0	5
Lampyridae	<i>Lampyridae_01</i>	1	0	1	1	1	1	5
	<i>Lampyridae_02</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Lampyridae_03</i>	0	0	1	3	0	3	7
	<i>Lampyridae_04</i>	0	0	0	1	0	0	1

Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	0	3	142	107	2	0	254
Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	3	4	6	19	2	3	37
Hydrophilidae	<i>Dactylosternum</i>	0	0	2	10	0	0	12
	<i>Oocyclus</i>	0	0	0	22	1	0	23
Psephenidae	<i>Pheneps</i>	5	2	33	75	15	5	135
Ptilodactylidae	<i>Anchycteis</i>	45	9	15	20	13	14	116
	<i>Anchytarsus</i>	5	11	31	74	128	29	278
Scirtidae	<i>Cyphon</i>	44	29	7	54	39	46	219
Staphilinidae	<i>Ambodina</i>	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Oxytelus</i>	0	4	0	1	0	0	5
	<i>Paracyusa</i>	0	0	0	5	0	0	5
	<i>Philonthus</i>	12	1	7	18	21	6	65
ESPECIES		34	38	38	44	39	34	51
ABUNDANCIA TOTAL		909	869	1669	2445	1116	817	7825

Anexo 7. Prueba de Kruskal-Wallis para la Riqueza específica por microhábitats y mes de estudio.

Riqueza	Microhábitat	Mes
Chi-cuadrado	15.58	24.68
gl	3	5
Sig. asintót.	.001	.000

Anexo 8. Prueba de Kruskal-Wallis para la Abundancia de individuos por microhábitats y mes de estudio.

Abundancia	Microhábitat	Mes
Chi-cuadrado	16.58	20.25
gl	3	5
Sig. asintót.	.001	.001

Anexo 9. Prueba de Kruskal-Wallis para la Diversidad de Shannon-Wiener $H'(\text{Log}2)$ por microhábitats y mes de estudio.

Diversidad (H')	Microhábitat	Mes
Chi-cuadrado	14.31	15.99
gl	3	5
Sig. asintót.	.003	.007

Anexo 10. Prueba de Kruskal-Wallis para la Equidad de Pielou (J') por microhábitats y mes de estudio.

Equidad (J')	Microhábitat	Mes
Chi-cuadrado	7.91	6.84
gl	3	5
Sig. asintót.	.048	.233

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel espacial.

Piedra y Grava	Disimilaridad Promedio			74.06
Especies	Piedra	Grava	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Farrodes</i>	4.8	10.1	9.99	9.99
<i>Anacroneuria</i>	3.23	8.07	9.55	19.54
<i>Baetodes</i>	6.27	2.03	9.27	28.82
<i>Anchytarsus</i>	0.63	8.27	8.58	37.4
<i>Leptonema</i>	4.77	6.5	8.08	45.48
<i>Mortoniella</i>	5.9	0.93	5.96	51.44
<i>Neoelmis</i>	1.27	4.87	5.58	57.02
<i>Helicopsyche</i>	4.13	3.63	5.09	62.11
<i>Cylloepus</i>	1.37	3.93	3.89	66.01
<i>Haplohyphes</i>	0.6	1.3	3.69	69.69
<i>Metrichia</i>	1.83	0.07	3.41	73.1
<i>Austrolimnius</i>	0.23	2.6	2.89	75.99
<i>Mayobaetis</i>	2.37	1.67	2.82	78.81
<i>Phylloicus</i>	1.3	2.77	2.77	81.58
<i>Pheneps</i>	1.03	2.77	2.49	84.08
<i>Huleechius</i>	0.2	2.47	2.43	86.5
<i>Marilia</i>	0.37	2.07	2.09	88.6
<i>Thraulodes</i>	0.5	1.6	1.89	90.49
Piedra y Musgo	Disimilaridad Promedio			74.9
Especies	Piedra	Musgo	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	1.83	15.5	19.3	19.3
<i>Heterelmis</i>	0.77	7.47	8.59	27.88
<i>Smicridea</i>	0.9	8.23	8.52	36.4
<i>Baetodes</i>	6.27	2.5	7.3	43.7
<i>Mortoniella</i>	5.9	0.45	5.47	49.17
<i>Farrodes</i>	4.8	2.48	5.21	54.38
<i>Leptonema</i>	4.77	1.65	4.68	59.06
<i>Helicopsyche</i>	4.13	1.07	4.08	63.14
<i>Elmidae_02</i>	0.2	3.75	4.06	67.2
<i>Mayobaetis</i>	2.37	3.02	4	71.2
<i>Anacroneuria</i>	3.23	2.25	3.22	74.42
<i>Nectopsyche</i>	0.07	1.63	2.81	77.22
<i>Philonthus</i>	0.07	1.27	2.74	79.96
<i>Cyphon</i>	0.13	1.1	2.37	82.33
<i>Lutrochus</i>	1.4	1.7	2.29	84.62
<i>Cylloepus</i>	1.37	0.92	1.96	86.59
<i>Anchyteis</i>	0.43	1.03	1.64	88.23
<i>Phylloicus</i>	1.3	0.95	1.35	89.58
<i>Neoelmis</i>	1.27	0.3	1.01	90.59

Grava y Musgo	Disimilaridad Promedio			80.84
Especies	Grava	Musgo	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	0.07	15.5	17.02	17.02
<i>Smicridea</i>	0.2	8.23	6.84	23.86
<i>Farrodes</i>	10.1	2.48	6.81	30.67
<i>Anchytarsus</i>	8.27	0.03	6.51	37.17
<i>Heterelmis</i>	1.37	7.47	6.34	43.51
<i>Anacroneuria</i>	8.07	2.25	6.26	49.77
<i>Leptonema</i>	6.5	1.65	4.63	54.4
<i>Neelmis</i>	4.87	0.3	4	58.39
<i>Elmidae_02</i>	0	3.75	3.19	61.59
<i>Cylloepus</i>	3.93	0.92	3.11	64.69
<i>Helicopsyche</i>	3.63	1.07	3.06	67.75
<i>Mayobaetis</i>	1.67	3.02	2.76	70.51
<i>Baetodes</i>	2.03	2.5	2.59	73.1
<i>Nectopsyche</i>	0.27	1.63	2.14	75.24
<i>Haplohyphes</i>	1.3	0.03	2.09	77.32
<i>Philonthus</i>	0	1.27	2.07	79.39
<i>Austrolimnius</i>	2.6	0.25	2.04	81.43
<i>Phylloicus</i>	2.77	0.95	1.96	83.38
<i>Huleechius</i>	2.47	0.1	1.84	85.22
<i>Cyphon</i>	0.13	1.1	1.76	86.98
<i>Pheneps</i>	2.77	0.38	1.61	88.58
<i>Marilia</i>	2.07	0.15	1.56	90.14
Piedra y Hoja	Disimilaridad Promedio			81.6
Especies	Piedra	Hoja	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	1.3	21.23	18.31	18.31
<i>Farrodes</i>	4.8	9.77	11.13	29.45
<i>Anacroneuria</i>	3.23	9.27	7.39	36.84
<i>Nectopsyche</i>	0.07	8.1	7.05	43.89
<i>Heterelmis</i>	0.77	7.43	6.56	50.45
<i>Cyphon</i>	0.13	5.93	5.96	56.41
<i>Baetodes</i>	6.27	0.33	5.86	62.27
<i>Lutrochus</i>	1.4	5.67	5.27	67.54
<i>Leptonema</i>	4.77	5.13	4.75	72.28
<i>Mortoniella</i>	5.9	0.13	4	76.28
<i>Mayobaetis</i>	2.37	3.63	2.88	79.16
<i>Cylloepus</i>	1.37	2.83	2.56	81.72
<i>Helicopsyche</i>	4.13	0.73	2.5	84.22
<i>Anchycteis</i>	0.43	2.37	2.27	86.5
<i>Metrichia</i>	1.83	0.17	1.98	88.48
<i>Neelmis</i>	1.27	1.2	1.39	89.87
<i>Hydraena</i>	0.03	1.1	0.92	90.79
Grava y Hoja	Disimilaridad Promedio			71.4

Especies	Grava	Hoja	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	2.77	21.23	17.73	17.73
<i>Farrodes</i>	10.1	9.77	10.71	28.44
<i>Nectopsyche</i>	0.27	8.1	6.82	35.25
<i>Anacroneuria</i>	8.07	9.27	6.22	41.47
<i>Heterelmis</i>	1.37	7.43	6.03	47.5
<i>Cyphon</i>	0.13	5.93	5.86	53.36
<i>Anchytarsus</i>	8.27	0.33	5.81	59.17
<i>Lutrochus</i>	0.4	5.67	5.08	64.25
<i>Leptonema</i>	6.5	5.13	4.84	69.09
<i>Cylloepus</i>	3.93	2.83	3.2	72.29
<i>Neelmis</i>	4.87	1.2	3.11	75.41
<i>Mayobaetis</i>	1.67	3.63	2.67	78.07
<i>Helicopsyche</i>	3.63	0.73	2.32	80.39
<i>Anchycteis</i>	0.13	2.37	2.26	82.65
<i>Austrolimnius</i>	2.6	0.1	1.94	84.58
<i>Pheneps</i>	2.77	0.37	1.61	86.2
<i>Baetodes</i>	2.03	0.33	1.61	87.8
<i>Huleechius</i>	2.47	0.4	1.57	89.37
<i>Haplohyphes</i>	1.3	0.43	1.44	90.81
Musgo y Hoja	Disimilaridad Promedio			73.96
Especies	Musgo	Hoja	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	0.95	21.23	16.99	16.99
<i>Metrichia</i>	15.5	0.17	13.54	30.53
<i>Farrodes</i>	2.48	9.77	8.04	38.57
<i>Anacroneuria</i>	2.25	9.27	6.59	45.16
<i>Nectopsyche</i>	1.63	8.1	6.22	51.38
<i>Smicridea</i>	8.23	0.57	6.01	57.39
<i>Lutrochus</i>	1.7	5.67	5.15	62.54
<i>Heterelmis</i>	7.47	7.43	5.12	67.66
<i>Cyphon</i>	1.1	5.93	4.49	72.15
<i>Leptonema</i>	1.65	5.13	3.18	75.34
<i>Mayobaetis</i>	3.02	3.63	2.93	78.27
<i>Elmidae_02</i>	3.75	0.03	2.82	81.09
<i>Cylloepus</i>	0.92	2.83	2.33	83.43
<i>Baetodes</i>	2.5	0.33	2.03	85.45
<i>Anchycteis</i>	1.03	2.37	1.9	87.35
<i>Philonthus</i>	1.27	1.03	1.25	88.6
<i>Helicopsyche</i>	1.07	0.73	1.25	89.85
<i>Neelmis</i>	0.3	1.2	0.95	90.8

Anexo 12. Análisis SIMPER. Disimilitud a nivel temporal.

Marzo y Mayo		Disimilaridad Promedio 73.14		
Especies	Marzo	Mayo	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	3.65	5.8	11.39	11.39
<i>Anacroneuria</i>	4.75	5.8	10.65	22.04
<i>Phylloicus</i>	4.4	5.65	10.03	32.07
<i>Nectopsyche</i>	7.95	1.25	9.23	41.3
<i>Heterelmis</i>	5.05	4.7	8.39	49.69
<i>Leptonema</i>	4.15	1.75	6.23	55.92
<i>Baetodes</i>	1.05	2.25	5.25	61.17
<i>Mayobaetis</i>	1	3.35	5.15	66.32
<i>Cyphon</i>	2.2	1.45	3.46	69.79
<i>Anchyteis</i>	2.25	0.45	3.15	72.93
<i>Farrodes</i>	0.8	1.95	2.87	75.8
<i>Haplohyphes</i>	0.75	0.35	2.35	78.14
<i>Smicridea</i>	0.5	1.25	2.21	80.35
<i>Cylloepus</i>	2.2	0.35	2.07	82.42
<i>Elmidae_02</i>	0	1.45	1.88	84.3
<i>Neelmis</i>	0.45	0.8	1.78	86.07
<i>Anchytarsus</i>	0.25	0.55	1.66	87.73
<i>Mortoniella</i>	0.2	0.3	1.19	88.92
<i>Contulma</i>	0.8	0.15	1.17	90.1
Marzo y Julio		Disimilaridad Promedio 78.25		
Especies	Marzo	Julio	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Farrodes</i>	0.8	10.23	8.37	8.37
<i>Lutrochus</i>	0	8.15	8.06	16.43
<i>Smicridea</i>	0.5	8.9	7.74	24.17
<i>Phylloicus</i>	4.4	5.78	6.9	31.07
<i>Anacroneuria</i>	4.75	6.73	6.76	37.82
<i>Leptonema</i>	4.15	7.83	6.76	44.58
<i>Nectopsyche</i>	7.95	1.2	5.87	50.46
<i>Metrichia</i>	3.65	3.8	5.39	55.85
<i>Heterelmis</i>	5.05	4.8	4.88	60.73
<i>Helicopsyche</i>	0.05	5.5	4.2	64.93
<i>Mortoniella</i>	0.2	6.38	4.05	68.98
<i>Mayobaetis</i>	1	5.18	3.8	72.77
<i>Baetodes</i>	1.05	3.7	2.97	75.75
<i>Elmidae_02</i>	0	2.88	2.63	78.37
<i>Neelmis</i>	0.45	2.55	2.37	80.75
<i>Haplohyphes</i>	0.75	2.05	2.35	83.09
<i>Anchytarsus</i>	0.25	1.55	1.85	84.94
<i>Anchyteis</i>	2.25	0.9	1.76	86.71

<i>Cylloepus</i>	2.2	1.48	1.58	88.29
<i>Cyphon</i>	2.2	0.35	1.55	89.84
<i>Pheneps</i>	0.25	1.73	1.25	91.09
Mayo y Julio		Disimilaridad Promedio 69.91		
Especies	Mayo	Julio	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Smicridea</i>	1.25	8.9	8.8	8.8
<i>Lutrochus</i>	0.15	8.15	8.63	17.43
<i>Phylloicus</i>	5.65	5.78	8.52	25.95
<i>Farrodes</i>	1.95	10.23	8.51	34.46
<i>Metrichia</i>	5.8	3.8	7.37	41.83
<i>Leptonema</i>	1.75	7.83	6.11	47.94
<i>Heterelmis</i>	4.7	4.8	5.34	53.28
<i>Anacroneuria</i>	5.8	6.73	5.23	58.51
<i>Mortoniella</i>	0.3	6.38	4.45	62.96
<i>Helicopsyche</i>	0.15	5.5	4.42	67.38
<i>Elmidae_02</i>	1.45	2.88	3.56	70.94
<i>Mayobaetis</i>	3.35	5.18	3.39	74.33
<i>Baetodes</i>	2.25	3.7	2.97	77.3
<i>Haplohyphes</i>	0.35	2.05	2.51	79.81
<i>Neelmis</i>	0.8	2.55	2.3	82.1
<i>Nectopsyche</i>	1.25	1.2	2.13	84.23
<i>Anchytarsus</i>	0.55	1.55	1.89	86.12
<i>Cyphon</i>	1.45	0.35	1.58	87.7
<i>Pheneps</i>	0.1	1.73	1.47	89.16
<i>Austrolimnius</i>	0.2	0.88	1.07	90.23
Marzo y Setiembre		Disimilaridad Promedio 77.61		
Especies	Marzo	Setiembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	4.4	17.8	11.94	11.94
<i>Farrodes</i>	0.8	15.7	10.35	22.29
<i>Metrichia</i>	3.65	8.1	9.72	32.01
<i>Nectopsyche</i>	7.95	3.05	5.71	37.72
<i>Leptonema</i>	4.15	6.25	5.63	43.34
<i>Anacroneuria</i>	4.75	8.15	5.62	48.96
<i>Heterelmis</i>	5.05	7.8	5.62	54.58
<i>Helicopsyche</i>	0.05	6	4.86	59.44
<i>Lutrochus</i>	0	5.35	3.67	63.11
<i>Smicridea</i>	0.5	3.9	3.49	66.61
<i>Mortoniella</i>	0.2	2.4	3.3	69.91
<i>Baetodes</i>	1.05	3.05	2.78	72.68
<i>Mayobaetis</i>	1	4.1	2.69	75.37
<i>Cyphon</i>	2.2	2.7	2.35	77.72
<i>Cylloepus</i>	2.2	3.1	2.3	80.02
<i>Anchytarsus</i>	0.25	3.7	2.26	82.28
<i>Pheneps</i>	0.25	3.75	2.24	84.52

<i>Elmidae_02</i>	0	1.55	1.72	86.24
<i>Anchyteis</i>	2.25	1	1.65	87.88
<i>Neelmis</i>	0.45	2.45	1.46	89.34
<i>Oocylus</i>	0	1.1	1.04	90.39
Mayo y Setiembre		Disimilaridad Promedio		70.75
Especies	Mayo	Setiembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	5.65	17.8	13.59	13.59
<i>Metrichia</i>	5.8	8.1	10.87	24.45
<i>Farrodes</i>	1.95	15.7	10.43	34.88
<i>Heterelmis</i>	4.7	7.8	5.94	40.82
<i>Anacroneuria</i>	5.8	8.15	5.35	46.17
<i>Helicopsyche</i>	0.15	6	4.93	51.1
<i>Leptonema</i>	1.75	6.25	4.79	55.89
<i>Smicridea</i>	1.25	3.9	4.15	60.04
<i>Lutrochus</i>	0.15	5.35	3.78	63.83
<i>Mortoniella</i>	0.3	2.4	3.16	66.99
<i>Anchytarsus</i>	0.55	3.7	2.77	69.76
<i>Nectopsyche</i>	1.25	3.05	2.69	72.44
<i>Cyphon</i>	1.45	2.7	2.54	74.98
<i>Pheneps</i>	0.1	3.75	2.52	77.5
<i>Elmidae_02</i>	1.45	1.55	2.28	79.78
<i>Mayobaetis</i>	3.35	4.1	2.22	82
<i>Baetodes</i>	2.25	3.05	2.08	84.09
<i>Cylloepus</i>	0.35	3.1	1.99	86.08
<i>Neelmis</i>	0.8	2.45	1.77	87.86
<i>Huleechius</i>	0.25	1.6	1.12	88.97
<i>Austrolimnius</i>	0.2	1.4	1.08	90.06
Julio y Setiembre		Disimilaridad Promedio		61.93
Especies	Julio	Setiembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	5.78	17.8	10.95	10.95
<i>Farrodes</i>	10.23	15.7	9.39	20.34
<i>Metrichia</i>	3.8	8.1	8.18	28.52
<i>Smicridea</i>	8.9	3.9	7.49	36.01
<i>Lutrochus</i>	8.15	5.35	6.29	42.3
<i>Mortoniella</i>	6.38	2.4	4.79	47.09
<i>Heterelmis</i>	4.8	7.8	4.72	51.82
<i>Helicopsyche</i>	5.5	6	4.68	56.5
<i>Anacroneuria</i>	6.73	8.15	4.16	60.66
<i>Leptonema</i>	7.83	6.25	3.8	64.45
<i>Elmidae_02</i>	2.88	1.55	2.98	67.44
<i>Anchytarsus</i>	1.55	3.7	2.98	70.41
<i>Baetodes</i>	3.7	3.05	2.67	73.08
<i>Pheneps</i>	1.73	3.75	2.43	75.51
<i>Nectopsyche</i>	1.2	3.05	2.38	77.89

<i>Mayobaetis</i>	5.18	4.1	2.38	80.27
<i>Neoelmis</i>	2.55	2.45	2.3	82.57
<i>Cylloepus</i>	1.48	3.1	1.98	84.54
<i>Haplohyphes</i>	2.05	0	1.84	86.39
<i>Cyphon</i>	0.35	2.7	1.74	88.13
<i>Austrolimnius</i>	0.88	1.4	1.27	89.4
<i>Huleechius</i>	0.5	1.6	1.08	90.47
Marzo y Noviembre		Disimilaridad Promedio 77.96		
Especies	Marzo	Noviembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	3.65	3.2	10.69	10.69
<i>Farrodes</i>	0.8	7.6	10.63	21.31
<i>Leptonema</i>	4.15	6.1	7.58	28.89
<i>Nectopsyche</i>	7.95	0.35	7.51	36.4
<i>Baetodes</i>	1.05	3.7	7.23	43.63
<i>Anacroneuria</i>	4.75	4.75	6.45	50.08
<i>Heterelmis</i>	5.05	1.45	5.35	55.44
<i>Phylloicus</i>	4.4	1.8	5.31	60.74
<i>Anchytarsus</i>	0.25	6.4	5.28	66.02
<i>Cyphon</i>	2.2	1.95	5.02	71.04
<i>Cylloepus</i>	2.2	3.05	3.6	74.63
<i>Neoelmis</i>	0.45	3.55	3.18	77.81
<i>Philonthus</i>	0.6	1.05	3.12	80.94
<i>Anchyteis</i>	2.25	0.65	2.74	83.68
<i>Huleechius</i>	0.1	1.95	1.78	85.45
<i>Haplohyphes</i>	0.75	0	1.7	87.16
<i>Helicopsyche</i>	0.05	1.2	1.66	88.82
<i>Marilia</i>	0.5	1.3	1.41	90.23
Mayo y Noviembre		Disimilaridad Promedio 74.73		
Especies	Mayo	Noviembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	5.8	3.2	11.75	11.75
<i>Farrodes</i>	1.95	7.6	10.16	21.91
<i>Anacroneuria</i>	5.8	4.75	8.31	30.23
<i>Phylloicus</i>	5.65	1.8	7.66	37.89
<i>Baetodes</i>	2.25	3.7	6.92	44.81
<i>Anchytarsus</i>	0.55	6.4	5.98	50.79
<i>Heterelmis</i>	4.7	1.45	5.78	56.57
<i>Leptonema</i>	1.75	6.1	4.84	61.41
<i>Cyphon</i>	1.45	1.95	4.47	65.87
<i>Mayobaetis</i>	3.35	0.9	3.91	69.79
<i>Neoelmis</i>	0.8	3.55	3.4	73.18
<i>Cylloepus</i>	0.35	3.05	3.24	76.43
<i>Philonthus</i>	0.05	1.05	2.65	79.07
<i>Huleechius</i>	0.25	1.95	1.87	80.94
<i>Nectopsyche</i>	1.25	0.35	1.83	82.77

<i>Elmidae_02</i>	1.45	0.1	1.77	84.54
<i>Austrolimnius</i>	0.2	1.45	1.51	86.04
<i>Smicridea</i>	1.25	0.05	1.45	87.5
<i>Helicopsyche</i>	0.15	1.2	1.38	88.88
<i>Anchycteis</i>	0.45	0.65	1.33	90.21
Julio y Noviembre		Disimilaridad Promedio		72.35
Especies	Julio	Noviembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Farrodes</i>	10.23	7.6	8.34	8.34
<i>Smicridea</i>	8.9	0.05	7.84	16.18
<i>Lutrochus</i>	8.15	0.1	7.81	23.99
<i>Anacroneuria</i>	6.73	4.75	6.09	30.08
<i>Leptonema</i>	7.83	6.1	6.08	36.17
<i>Metrichia</i>	3.8	3.2	5.75	41.92
<i>Phylloicus</i>	5.78	1.8	5.24	47.16
<i>Anchytarsus</i>	1.55	6.4	5.16	52.32
<i>Baetodes</i>	3.7	3.7	4.46	56.78
<i>Mortoniella</i>	6.38	0.3	4.18	60.96
<i>Helicopsyche</i>	5.5	1.2	3.99	64.95
<i>Heterelmis</i>	4.8	1.45	3.82	68.77
<i>Mayobaetis</i>	5.18	0.9	3.81	72.58
<i>Neoelmis</i>	2.55	3.55	3.27	75.85
<i>Elmidae_02</i>	2.88	0.1	2.67	78.52
<i>Haplohyphes</i>	2.05	0	2.39	80.91
<i>Cylloepus</i>	1.48	3.05	2.22	83.13
<i>Cyphon</i>	0.35	1.95	2.21	85.35
<i>Austrolimnius</i>	0.88	1.45	1.59	86.94
<i>Huleechius</i>	0.5	1.95	1.49	88.42
<i>Philonthus</i>	0.65	1.05	1.47	89.89
<i>Nectopsyche</i>	1.2	0.35	1.31	91.21
Setiembre y Noviembre		Disimilaridad Promedio		70.11
Especies	Setiembre	Noviembre	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	17.8	1.8	11.33	11.33
<i>Farrodes</i>	15.7	7.6	10.26	21.59
<i>Metrichia</i>	8.1	3.2	8.37	29.96
<i>Heterelmis</i>	7.8	1.45	5.67	35.63
<i>Anacroneuria</i>	8.15	4.75	5.4	41.03
<i>Leptonema</i>	6.25	6.1	5.38	46.41
<i>Anchytarsus</i>	3.7	6.4	5.31	51.72
<i>Baetodes</i>	3.05	3.7	4.09	55.82
<i>Helicopsyche</i>	6	1.2	3.96	59.77
<i>Lutrochus</i>	5.35	0.1	3.65	63.42
<i>Smicridea</i>	3.9	0.05	3.61	67.03
<i>Mortoniella</i>	2.4	0.3	3.02	70.05
<i>Neoelmis</i>	2.45	3.55	2.84	72.89

<i>Cyphon</i>	2.7	1.95	2.8	75.69
<i>Mayobaetis</i>	4.1	0.9	2.74	78.43
<i>Cylloepus</i>	3.1	3.05	2.72	81.14
<i>Pheneps</i>	3.75	0.75	2.23	83.37
<i>Nectopsyche</i>	3.05	0.35	2.05	85.43
<i>Huleechius</i>	1.6	1.95	1.72	87.15
<i>Elmidae_02</i>	1.55	0.1	1.61	88.75
<i>Austrolimnius</i>	1.4	1.45	1.44	90.19
Marzo y Enero		Disimilaridad Promedio		76.29
Especies	Marzo	Enero	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Metrichia</i>	3.65	1.8	8.73	8.73
<i>Nectopsyche</i>	7.95	1.3	8.64	17.37
<i>Baetodes</i>	1.05	2.95	7.88	25.25
<i>Anacroneuria</i>	4.75	4.05	7.69	32.94
<i>Phylloicus</i>	4.4	3.95	7.17	40.11
<i>Farrodes</i>	0.8	4.45	6.4	46.51
<i>Heterelmis</i>	5.05	1.75	5.73	52.24
<i>Cylloepus</i>	2.2	3.4	5.59	57.82
<i>Leptonema</i>	4.15	1	4.61	62.44
<i>Mortoniella</i>	0.2	1.55	4.19	66.63
<i>Cyphon</i>	2.2	2.3	4.08	70.7
<i>Helicopsyche</i>	0.05	1.45	3.73	74.44
<i>Anchyteis</i>	2.25	0.7	3.07	77.5
<i>Neelmis</i>	0.45	1.65	2.87	80.37
<i>Anchytarsus</i>	0.25	1.45	2.84	83.21
<i>Mayobaetis</i>	1	1.5	2.39	85.6
<i>Haplohyphes</i>	0.75	0.4	1.94	87.54
<i>Austrolimnius</i>	0.2	0.65	1.39	88.93
<i>Thraulodes</i>	0	0.6	1.25	90.18
Mayo y Enero		Disimilaridad Promedio		69.95
Especies	Mayo	Enero	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	5.65	3.95	10.62	10.62
<i>Metrichia</i>	5.8	1.8	10.55	21.17
<i>Anacroneuria</i>	5.8	4.05	7.82	28.99
<i>Farrodes</i>	1.95	4.45	6.62	35.61
<i>Baetodes</i>	2.25	2.95	6.6	42.21
<i>Heterelmis</i>	4.7	1.75	6.51	48.72
<i>Cylloepus</i>	0.35	3.4	5.57	54.3
<i>Mayobaetis</i>	3.35	1.5	5.02	59.32
<i>Cyphon</i>	1.45	2.3	4.28	63.6
<i>Mortoniella</i>	0.3	1.55	3.72	67.32
<i>Anchytarsus</i>	0.55	1.45	3.36	70.68
<i>Helicopsyche</i>	0.15	1.45	3.12	73.8
<i>Neelmis</i>	0.8	1.65	2.97	76.77

<i>Nectopsyche</i>	1.25	1.3	2.9	79.67
<i>Leptonema</i>	1.75	1	2.4	82.07
<i>Smicridea</i>	1.25	0.25	2.1	84.17
<i>Elmidae_02</i>	1.45	0	1.86	86.02
<i>Austrolimnius</i>	0.2	0.65	1.4	87.42
<i>Thraulodes</i>	0.15	0.6	1.33	88.76
<i>Anchycteis</i>	0.45	0.7	1.27	90.03
Julio y Enero		Disimilaridad Promedio 70.78		
Especies	Julio	Enero	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Lutrochus</i>	8.15	0	8.54	8.54
<i>Smicridea</i>	8.9	0.25	8.4	16.94
<i>Farrodes</i>	10.23	4.45	8.11	25.05
<i>Phylloicus</i>	5.78	3.95	7.36	32.4
<i>Leptonema</i>	7.83	1	6.79	39.19
<i>Mortoniella</i>	6.38	1.55	5.31	44.5
<i>Metrichia</i>	3.8	1.8	5.06	49.56
<i>Anacroneuria</i>	6.73	4.05	4.84	54.4
<i>Heterelmis</i>	4.8	1.75	4.41	58.81
<i>Helicopsyche</i>	5.5	1.45	4.37	63.18
<i>Mayobaetis</i>	5.18	1.5	4.26	67.44
<i>Baetodes</i>	3.7	2.95	4.12	71.56
<i>Cylloepus</i>	1.48	3.4	2.9	74.46
<i>Elmidae_02</i>	2.88	0	2.82	77.28
<i>Anchytarsus</i>	1.55	1.45	2.5	79.78
<i>Neoelmis</i>	2.55	1.65	2.5	82.28
<i>Haplohyphes</i>	2.05	0.4	2.48	84.76
<i>Cyphon</i>	0.35	2.3	2.06	86.82
<i>Nectopsyche</i>	1.2	1.3	1.88	88.7
<i>Pheneps</i>	1.73	0.25	1.27	89.97
<i>Leptohyphes</i>	1.2	0.7	1.19	91.15
Setiembre y Enero		Disimilaridad Promedio 71.38		
Especies	Setiembre	Enero	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Phylloicus</i>	17.8	3.95	12.95	12.95
<i>Farrodes</i>	15.7	4.45	10.02	22.97
<i>Metrichia</i>	8.1	1.8	8.97	31.95
<i>Heterelmis</i>	7.8	1.75	5.94	37.88
<i>Leptonema</i>	6.25	1	5.34	43.23
<i>Anacroneuria</i>	8.15	4.05	5.04	48.26
<i>Lutrochus</i>	5.35	0	3.91	52.17
<i>Smicridea</i>	3.9	0.25	3.77	55.94
<i>Helicopsyche</i>	6	1.45	3.74	59.68
<i>Baetodes</i>	3.05	2.95	3.49	63.17
<i>Cylloepus</i>	3.1	3.4	3.37	66.54
<i>Anchytarsus</i>	3.7	1.45	3.32	69.87

<i>Mayobaetis</i>	4.1	1.5	3.04	72.91
<i>Cyphon</i>	2.7	2.3	2.76	75.67
<i>Mortoniella</i>	2.4	1.55	2.72	78.4
<i>Nectopsyche</i>	3.05	1.3	2.59	80.99
<i>Pheneps</i>	3.75	0.25	2.35	83.34
<i>Neoelmis</i>	2.45	1.65	2.3	85.63
<i>Elmidae_02</i>	1.55	0	1.75	87.39
<i>Austrolimnius</i>	1.4	0.65	1.34	88.73
<i>Thraulodes</i>	1.2	0.6	1.13	89.86
<i>Marilia</i>	1.45	0.7	1.12	90.98
Noviembre y Enero		Disimilaridad Promedio		67.83
Especies	Noviembre	Enero	Contrib%	Cum.%
	Abund. Prom	Abund. Prom		
<i>Farrodes</i>	7.6	4.45	10.95	10.95
<i>Baetodes</i>	3.7	2.95	8.29	19.24
<i>Anchytarsus</i>	6.4	1.45	7.53	26.77
<i>Anacroneuria</i>	4.75	4.05	7.06	33.83
<i>Metrichia</i>	3.2	1.8	6.81	40.64
<i>Phylloicus</i>	1.8	3.95	6.59	47.23
<i>Leptonema</i>	6.1	1	6.01	53.24
<i>Cyphon</i>	1.95	2.3	5.18	58.42
<i>Neoelmis</i>	3.55	1.65	4.6	63.03
<i>Cylloepus</i>	3.05	3.4	4.45	67.48
<i>Mortoniella</i>	0.3	1.55	3.49	70.97
<i>Heterelmis</i>	1.45	1.75	3.24	74.21
<i>Philonthus</i>	1.05	0.3	2.68	76.89
<i>Helicopsyche</i>	1.2	1.45	2.6	79.48
<i>Mayobaetis</i>	0.9	1.5	2.19	81.67
<i>Austrolimnius</i>	1.45	0.65	2.18	83.85
<i>Huleechius</i>	1.95	0.35	2.02	85.88
<i>Marilia</i>	1.3	0.7	1.92	87.8
<i>Nectopsyche</i>	0.35	1.3	1.82	89.62
<i>Anchycteis</i>	0.65	0.7	1.66	91.28

Anexo 13. Correlación de Spearman entre las variables bióticas y abióticas.

Rho de Spearman		Velocidad de la corriente (m/s)	Caudal (L/s)	pH	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (μS/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Salinidad (ppm)
Riqueza específica	Coeficiente de correlación	-.353	-.618	.530	-.403	-,883*	.088	.088	.088
	Sig. (bilateral)	.492	.191	.280	.428	.020	.868	.868	.868
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
Abundancia	Coeficiente de correlación	-.600	-.714	.257	-.696	-,886*	.143	.143	.143
	Sig. (bilateral)	.208	.111	.623	.125	.019	.787	.787	.787
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
J'	Coeficiente de correlación	-.145	-.029	.174	.147	-.116	-.377	-.377	-.377
	Sig. (bilateral)	.784	.957	.742	.781	.827	.461	.461	.461
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
H'(log2)	Coeficiente de correlación	-.200	-.143	.143	.058	-.314	-.486	-.486	-.486
	Sig. (bilateral)	.704	.787	.787	.913	.544	.329	.329	.329
	N	6	6	6	6	6	6	6	6

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).